

Naturaleza y Sociedad



REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA

Vol. 1, N° 1, Enero - Junio 2018

ISSN en línea: 2616-4256



www.openscience.pe/natsoc.html

TURISMO

Retroceso glaciar en el Huaytapallana y la promoción del turismo sostenible

AXIOLOGÍA

Formación de valores ambientales: una necesidad irrenunciable

CAMBIO CLIMÁTICO

El Nevado Huaytapallana y el Valle del Mantaro



Naturaleza y Sociedad

Vol. 1, N° 1, Enero - Junio de 2018

Editor en Jefe

Dr. Wilfredo Bulega Gutiérrez Universidad Continental

Comité Editorial

Dr. Hugo Miguel Miguel	Universidad Nacional del Centro del Perú
Dr. Juan Bullón Ames	Universidad Nacional del Centro del Perú
Dra. María Custodio Villanueva	Universidad Nacional del Centro del Perú
Dr. Ricardo Yuli Posadas	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Dr. Deyby Viera Peralta	Universidad Peruana Los Andes
Dr. Felipe Gutarra Meza	Universidad Continental
Dr. Walter Castro Aponte	Fondo Verde Internacional

Equipo técnico

Lic. Fabiola Quinteros Bellido
Ing. Aldo Miguel Orellana
Bach. Freddy Melgar Mayta

Disponible a texto completo en:	http://www.openscience.pe/natsoc.html
Fotografía de portada:	Pato Jerga, Laguna de Ñahuinpuquio, Chupaca, Junín, Perú
ISSN en línea:	2616-4256
Razón social:	Open Science
Dirección:	Calle 3, K3, Sta. Anita, Lima, Perú
Teléfono:	964672497
Correo electrónico:	natsoc@openscience.pe

Naturaleza y Sociedad es una revista científica de temática ecológica y acceso abierto; se publica en español, en formato electrónico, con una periodicidad semestral y está dirigida a profesionales, estudiantes y personas interesadas en la ciencia ecológica. Recibe para su publicación artículos originales, artículos de revisión, ensayos y comunicaciones cortas, los cuales son sometidos a arbitraje. También incluye secciones no arbitradas tales como editorial, cartas al editor e información de eventos académico científicos próximos.

La gestión de la revista está a cargo de Open Science Perú con el patrocinio de la Universidad Continental y Universidad Nacional del Centro del Perú, para promover la difusión de la producción científica de universidades y centros de investigación latinoamericanos. La dirección editorial de la revista está a cargo de un Editor y un Comité Editorial. El Editor es el responsable de hacer cumplir la política editorial del proceso editorial, aceptación de trabajos, selección de los pares externos, y coordinar el proceso de estructuración y contenido de la revista.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Esta revista y sus contenidos están bajo una licencia de Creative Commons, Reconocimiento 4.0 Internacional.

CONTENIDO

Presentación	
Wilfredo Bulege Gutiérrez	2
· Identificación y caracterización de los anillos de crecimiento en <i>Prosopis</i> sp de la costa norte del Perú	3
Evelin Ortiz, Iván Ghezzi, Pablo Salazar, Rodolfo Rodríguez	
· Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos	9
Juan Rodrigo Baselly Villanueva, Gianmarco Goycochea Casas, Helio Garcia Leite Ana Carolina de Albuquerque Santos, Carlos Alberto Araujo Júnior, Aline Edwiges Mazon de Alcântara	
· Turismo Sostenible ante retroceso glaciar, caso Huaytapallana, Junín	16
Tiber Cano Camayo	
· La milenaria familia Camelidae y el majestuoso Nevado Huaytapallana	22
Maria del Carmen Durand Mayta, Alejandro Paytán Condor	
· Formación de valores ambientales: una necesidad irrenunciable	26
Waldemar Cerrón Rojas	
· El Nevado Huaytapallana y el Valle del Mantaro, un reencuentro final	30
Aparicio Chanca Flores	
· Retroceso glaciar del Nevado Huaytapallana como consecuencia del Calentamiento Global	34
Jacinto Arroyo Aliaga, Lourdes Artica Cosme	
· Generación de mapa de número de curva con sistema de información geográfica	40
Marcelo Portuguez Maurtua, Carlos Verano Zelada	
Instrucciones para los autores.	50

PRESENTACIÓN

Naturaleza y Sociedad es una revista en línea que tiene el objetivo de difundir artículos originales, artículos de revisión, comunicaciones cortas y cartas al editor de temas ecológicos.

Esta revista nace como idea en la Universidad Nacional del Centro del Perú en el marco de los estudios del doctorado en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible que realizabamos un grupo de profesionales en Huancayo - Perú. Recepcionamos los primeros borradores sin considerar formato alguno de los artículos; luego se adopta el sistema IMRYD y a la vez se conforma el primer Comité Editorial entre algunos voluntarios. Por cuestiones económicas se opta por realizar una publicación solo en formato electrónico y en el primer número se pone énfasis en la publicación de artículos relacionadas a glaciares andinos -apropósito de haber culminado el curso de Cambio Climático- actualmente estamos interesados en ser un medio para difundir todo resultado de investigación de las universidades latinoamericanas.

Un aspecto a considerar en la difusión será el uso de las redes sociales; el formato electrónico que tiene facilitará la llegada a muchas personas a través de las redes telemáticas a bajo costo.

Siguiendo las experiencias de grandes editoriales y distribuidores de revistas científicas que han optado por poner sus revistas en Internet consideramos que esta forma de comunicar será lo nuestro.

Las revistas electrónicas también suministran una serie de servicios de gran valor añadido como excelentes gestores para la recuperación de la información, enlaces a recursos web, bases de datos, artículos relacionados, servicios de traducción, etc, en definitiva se han convertido en auténticos portales especializados.

En muchas organizaciones sobre todo universidades, es ahora frecuente encontrar bibliotecas virtuales que ofrecen acceso a revistas científicas electrónicas a texto completo. Este acceso se realiza a través de la intranet de las organizaciones y en otros casos a través del Internet abierto sobre todo si el enfoque es de acceso abierto.

La tendencia de las bibliotecas virtuales es en convertirse en el medio para la distribución de revistas electrónicas gratuitas. En la mayoría de los casos, se

ofrece una amplia gama de servicios adicionales de interés para el usuario.

En cuanto a la edición electrónica de revistas científicas aún muchas de las revistas conservan los formatos de presentación impresa y aunque por cuestiones de costos y llegada a un mayor potencial público lector el formato electrónico siempre será mejor y las tendencias de crecimiento en el mundo son espectaculares.

Wilfredo Bulege
Editor en Jefe

Identificación y caracterización de los anillos de crecimiento en *Prosopis* sp de la costa norte del Perú

Identification and characterization of *Prosopis* sp growth rings in Peru northern coast

Evelin Ortiz ¹, Iván Ghezzi ¹, Pablo Salazar ¹, Rodolfo Rodríguez ¹

¹ Laboratorio de Dendrocronología, Universidad de Piura, Perú

Recibido: 16 de diciembre de 2016; aprobado: 9 de mayo de 2017; disponible en línea: 15 de enero de 2018

RESUMEN

Prosopis sp. es un género emblemático en la costa del Perú, nuestros antepasados lo han empleado como base en templos arqueológicos e iglesias coloniales. Diversos estudios dendropaleoclimáticos han demostrado que esta especie puede emplearse como fuente para la reconstrucción de eventos climáticos, para ello es crucial la identificación y caracterización de sus anillos de crecimiento dado que esta especie presenta variaciones en el crecimiento de la madera con formación de anillos falsos y anillos ausentes. En este estudio se identifican y caracterizan los anillos de crecimiento de la especie *Prosopis* sp. y se presenta una metodología para mejorar las series dendrocronológicas. La formación de anillos falsos y ausentes puede generar series de crecimiento individuales que al ser solapadas presentan una baja correlación ($r=0,2$). Empleando el software CDendro se mejora las correlaciones mediante la inserción o eliminación de anillos de crecimiento de dos formas: 1) La correlación de series dendrocronológicas de radios de un mismo disco para la detección de errores en el crecimiento; 2) correlación de series dendrocronológicas de diferentes individuos usando eventos de El Niño como ejes para el solapamiento de secuencias. Las series de crecimiento corregidas dieron mejores valores promedio de coeficientes de correlación, chi cuadrado y test de 0,5; 4,8; 3,9 respectivamente. A su vez, los valores máximos fueron 0,65; 12,5; 5,5 respectivamente. Demostrando así que se puede mejorar la lectura dendrocronológica de las series de *Prosopis* sp. mediante un estudio morfológico y climático del crecimiento.

Palabras clave: Dendrocronología, *prosopis* sp., anillos de crecimiento, anillos ausentes, anillos falsos, el niño.

ABSTRACT

Prosopis sp. is an emblematic genre on Peru coast; our ancestors have used it as a base in archaeological temples and colonial churches. Several dendropaleoclimatic studies have demonstrated that these species can be used as a source for the reconstruction of climatic events, for it is crucial identification and characterization of its growth rings since these species presents / displays variations in the wood growth with formation of false rings and missing rings. This research identifies and characterizes the growth rings of the specie *Prosopis* sp. and a methodology is presented in order to improve the dendrochronological series. False and absent rings formation can generate individual growth series which, when overlapped, have a low correlation ($r = 0,2$). Using CDendro software, correlations are improved by the insertion or elimination of growth rings in two ways: 1) dendrochronological series correlation of same disc radii for the errors detection in growth; 2) dendrochronological series correlation of different individuals using "El Niño" events as axes for sequence overlap. The corrected growth series gave better mean values of correlation coefficients, chi-square and test of 0,5; 4,8; 3,9 respectively. At the same time, maximum values were 0,65; 12,5; 5,5 respectively. In this way we can prove that the dendrochronological reading of *Prosopis* sp. Series can improve through a morphological and climatic growth study.

Keywords: Dendrochronology, *prosopis* sp., growth rings, absent rings, false rings, el niño.

* Investigadora de la Universidad de Piura.

INTRODUCCIÓN

Objetivos

- Identificar y caracterizar los anillos de crecimiento de *Prosopis* sp.
- Correlacionar las series dendrocronológicas de radios de un mismo disco.
- Correlacionar las series dendrocronológicas de diferentes individuos.

Identificación de anillos de crecimiento

Pulido de muestras

Para una buena visibilidad de los anillos de crecimiento, las secciones de algarrobo se pulen con lijas de diferentes granos.

Solapamiento de series de crecimiento (cdendro)

Tabla 1

Variación en la clasificación de las parcelas según el uso de la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd)

Orden de pulido	Grano de lija (n°)	Diámetro aprox. de la partícula (micrones) 10-3 mm	Tamaño de grano	Instrumento
Primero	24	740	Muy grueso	Amoladora angular eléctrica BOSCH GWS 7-115 ET, 220 V, 150 mm y 2,800 - 9,300 rpm
Segundo	60	264	Medio	Amoladora angular eléctrica BOSCH GWS 7-115 ET, 220 V, 150 mm y 2,800 - 9,300 rpm
Tercero	100	156	Medio	Amoladora angular eléctrica BOSCH GWS 7-115 ET, 220 V, 150 mm y 2,800 - 9,300 rpm
Cuarto	120	125	Fino	Lijadora excéntrica BOSCH GEX 125-150 AVE, 220 V, 150 mm y 5,500 - 12,000 rpm
Quinto	240	59	Muy fino	Lijadora excéntrica BOSCH GEX 125-150 AVE, 220 V, 150 mm y 5,500 - 12,000 rpm
Sexto	400	35	Extra fino	Lijadora excéntrica BOSCH GEX 125-150 AVE, 220 V, 150 mm y 5,500 - 12,000 rpm
Séptimo	600	26	Extra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1
Octavo	800	22	Ultra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1
Noveno	1000	18	Ultra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1
Décimo	1500	12	Ultra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1
Undécimo	2000	10	Ultra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1
Duodécimo	2500	8	Ultra fino	Lijadora orbital BOSCH GSS 140 A, 220 v/60Hz, 180W, 12000 min -1

Correlación de series dendrocronológicas de radios de un mismo disco para la detección de errores en el crecimiento:

a) Offset.

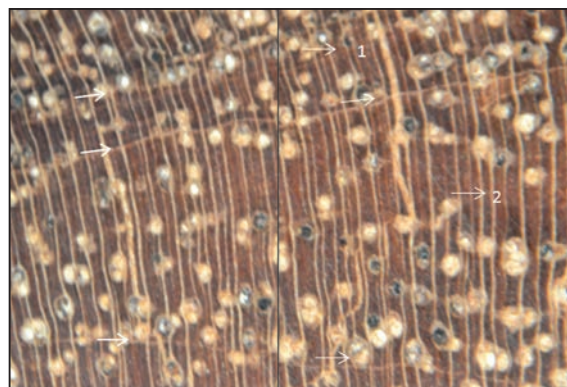


Figura 1. Observación estereoscópica de anillos de crecimiento de *Prosopis* sp.

- b) Estructura: cc, t-test, x2.
- c) Anillos de acuerdo al crecimiento de la madera.

diferentes individuos usando eventos de El Niño como ejes para el solapamiento de secuencias.

Correlación de series dendrocronológicas de

- a) Estructura: cc, t-test, x2.
- b) Picos pronunciados.

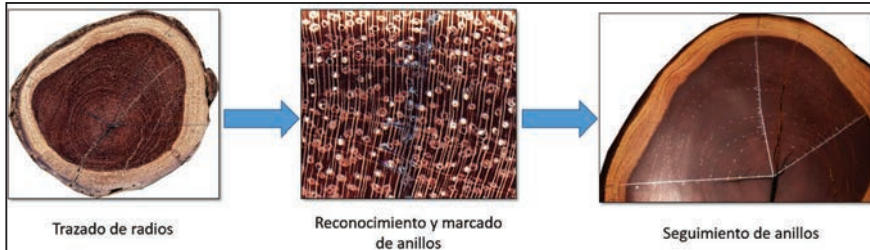


Figura 2. Seguimiento de los anillos de crecimiento.



Figura 3. Medición de anillos de crecimiento (coorecorder).

Rel Over	P2Yrs	BaPi	C84F	BesIE	MeanSF	GLK	Skel	P2YrsL							
Year	lap	CorrC	ITest	CorrC	ITest	CorrC	ITest	Chi2	CorrC	ITest					
7	27	0,72	5,2	0,71	4,9	0,75	5,7	0,41	2,2	0,65	4,1	0,81	7,7	0,72	5,2
17	27	0,41	2,2	0,32	1,7	0,32	1,7	0,08	0,4	0,28	1,4	0,63	5,2	0,41	2,2
2	27	0,38	2,0	0,36	1,9	0,33	1,8	0,27	1,3	0,33	1,7	0,63	5,9	0,38	2,0
5	27	0,26	1,3	-0,06	-0,3	0,00	0,0	0,07	0,4	0,07	0,3	0,59	0,0	0,26	1,3
19	27	0,20	1,0	0,04	0,2	-0,03	-0,1	-0,14	-0,7	0,02	0,1	0,59	0,4	0,20	1,0
14	27	0,19	1,0	0,19	0,9	0,20	1,0	-0,09	-0,5	0,12	0,6	0,44	1,1	0,19	1,0
9	27	0,15	0,7	-0,12	-0,6	-0,01	0,0	-0,09	-0,4	-0,02	-0,1	0,59	0,4	0,15	0,7
11	27	0,09	0,4	0,15	0,8	0,06	0,3	0,45	2,4	0,19	0,9	0,52	0,4	0,09	0,4
0	27	0,07	0,3	0,01	0,0	0,06	0,3	-0,05	-0,2	0,02	0,1	0,48	0,2	0,07	0,3

Figura 4. Ficha Workbench al comparar dos secuencias.

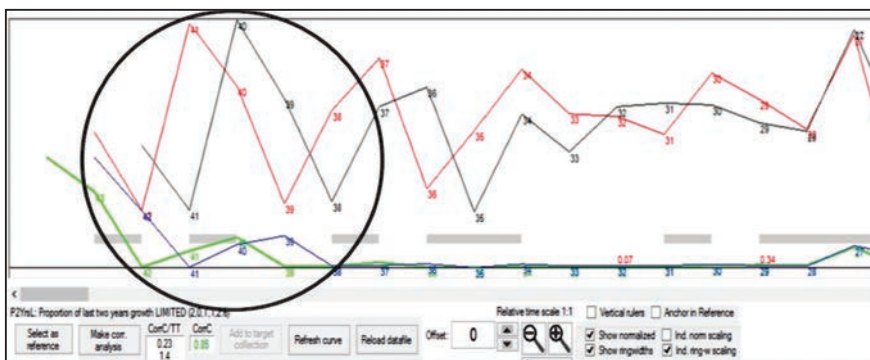


Figura 5. Criterios analíticos y físicos.

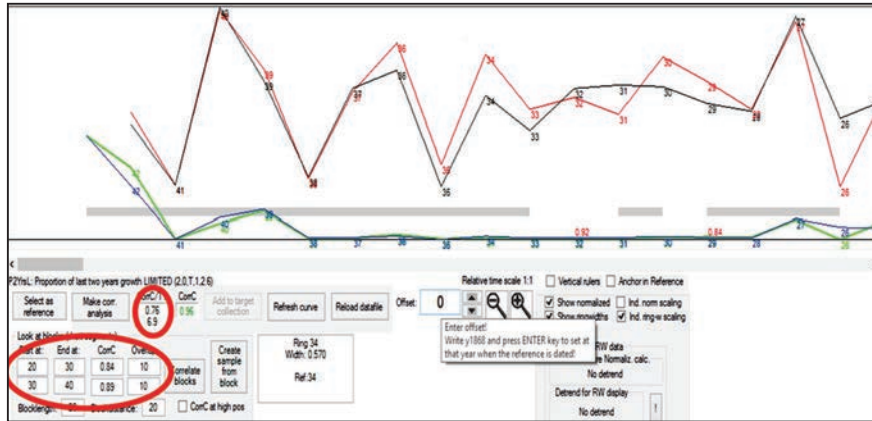


Figura 6. Proporción de los dos últimos años de crecimiento.

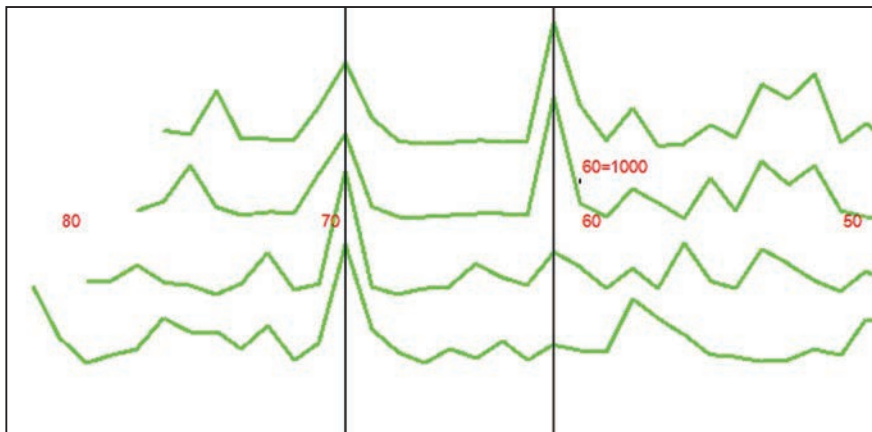


Figura 7. Alineamiento de picos entre cuatro series individuales.

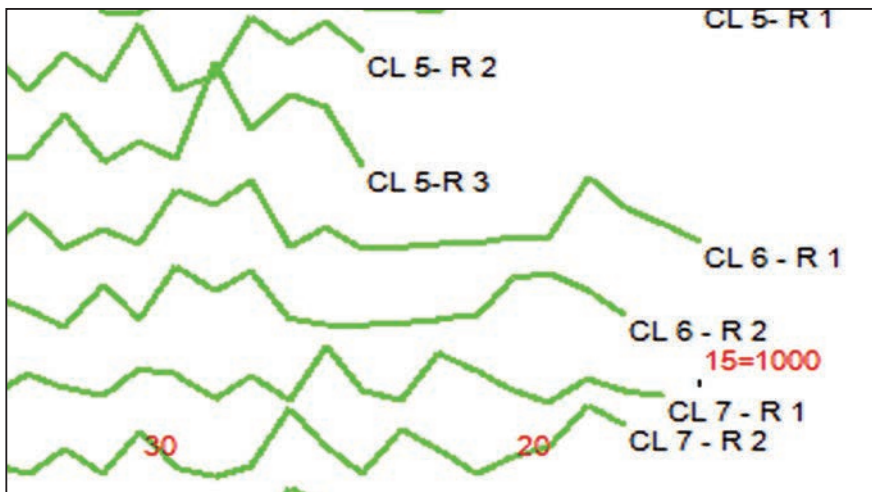


Figura 8. Offset entre radios de acuerdo a lo observado en las características de la madera.

c) Muestras vivas: registros de ENSO (gráficas).

Prosopis sp permite detectar errores para mejorar la lectura dendrocronológica de colecciones arqueológicas.

CONCLUSIONES

El "algarrobo" *Prosopis sp* es una especie que forma anillos falsos y anillos ausentes que dificultan el solapamiento y la lectura dendrocronológica de las series de crecimiento.

Los picos pronunciados se pueden considerar como eventos climáticos importantes que reflejen posiblemente periodos en los que sucedió Eventos del Niño.

El estudio morfológico del crecimiento de

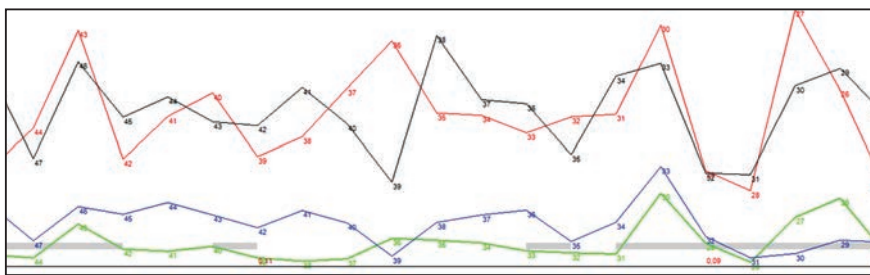


Figura 9. Radios de un mismo disco: antes de agregar y quitar anillos.

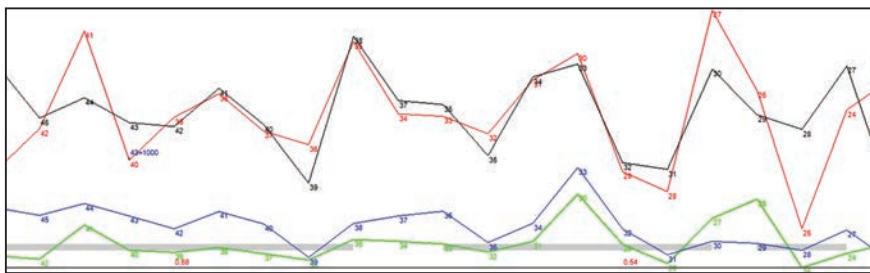


Figura 10. Radios de un mismo disco: después de agregar y quitar anillos.

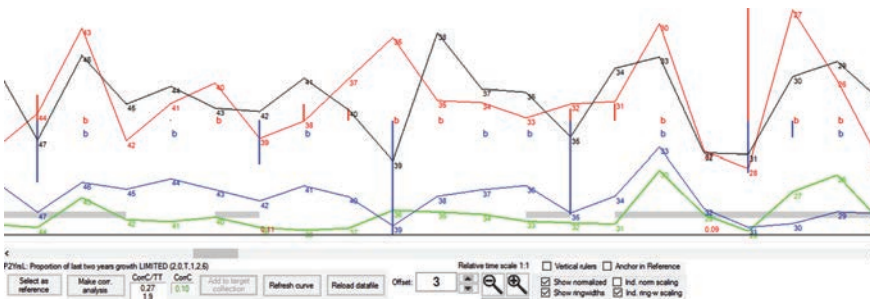


Figura 11. Radios de un mismo disco sin cambios.

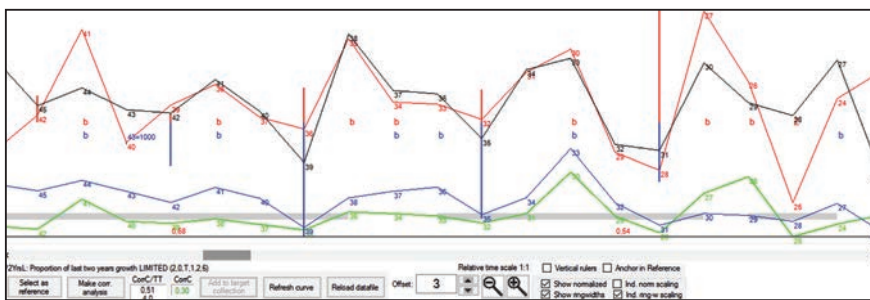


Figura 12. Radios de un mismo disco con cambios.

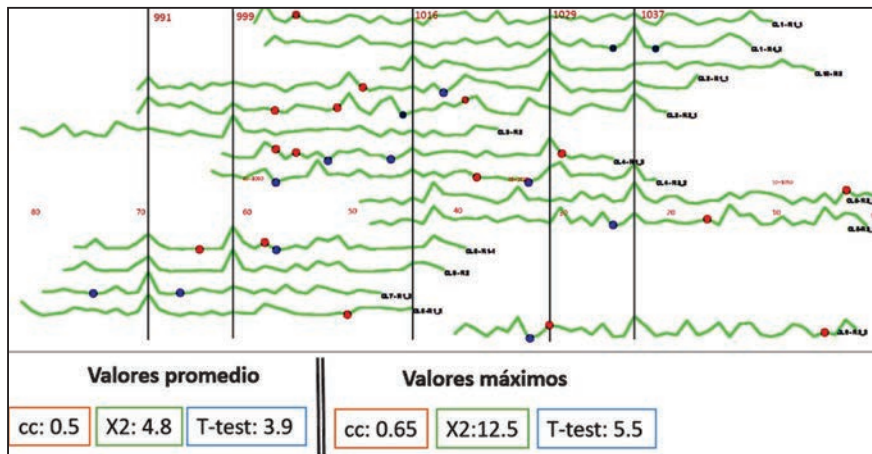


Figura 13: Colección de Cerro Laguna.

Agradecimiento

A la Universidad Continental por su aprobación en la presentación del presente trabajo como ponencia en el marco del Curso-Taller Dendrocronología y sus aplicaciones Hidroclimáticas y Ecológicas, financiado por el FONDECYT, Perú.

Delatorre, J., Pinto, M., & Cardemil, L. (2008). Effects of water stress and high temperature on photosynthetic rates of two species of *Prosopis* (92 ed.). *J Photochem Photobiol B*.

Purohit, U., Mehar, S., & Sundaramoorthy, S. (2002). Role of *Prosopis cineraria* on the ecology of soil fungi in Indian desert (52 ed.). *J Arid Environ*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Villalobos, E., Peláez, D., Bóo, R., Mayor, M., & Elia, O. (2002). Effect of high temperatures on seed germination of *Prosopis caldenia* Burk. *J Arid Environ*.

Análisis de la eficiencia del uso de los diámetros dominantes en la construcción de curvas de índice local con cinco métodos analíticos

Efficiency analysis of the usage of the the dominant diameters in the local index construction curves with five analytical methods

Juan Rodrigo Baselly Villanueva ¹, Gianmarco Goycochea Casas ¹, Helio Garcia Leite ², Ana Carolina de Albuquerque Santos ², Carlos Alberto Araujo Júnior ³, Aline Edwiges Mazon de Alcântara ⁴

¹ Universidad Nacional de Cajamarca, ² Universidade Federal de Vicosa, Brasil, ³ Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, ⁴ En Genheira Forestal, D.Sc.

Recibido: 6 de setiembre de 2017; aprobado: 9 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

La calidad de sitio de plantaciones es estimada mayormente mediante el índice local, utilizado en el manejo forestal para modelos de crecimiento y producción. Los índices son obtenidos mediante modelos matemáticos usando la variable Altura dominante (Hd), pero para la obtención de las mediciones de esta variable se demanda de muchos recursos económicos en inventarios de parcelas permanentes. En el presente estudio, se determinó la eficiencia del uso de cinco Métodos Analíticos en la estimación del índice local usando la variable Altura dominante (Hd) y la variable Dap dominante (Dapd), mediante una comparación en la estación de índice local de las parcelas; siendo ajustados los modelos con el software Statistica. El Método de índices de local es el que ha dado mejor resultado, definido preliminarmente con un 23 % de variación en la clasificación de parcelas en función a la clasificación con la variable Hd. Este método fue ajustado con el modelo de Richards, obteniéndose un coeficiente de correlación entre los datos observados y los estimados 0,982. Puede usarse la variable Dap dominante en la estimación de la calidad de sitio.

Palabras clave: Calidad de sitio, Índice local, diámetro dominante.

ABSTRACT

The site quality of plantations is estimated mainly by the local index used in forest management for growth and production models. The indices are obtained by mathematical models using variable Height dominant (Hd), however to obtain the measurements of this variable, its demands many economic resources at permanent plots inventories. In the present research, it was determined the efficiency of five Analytical Methods usage in the local Index estimation using the dominant Height (Hd) and the dominant Dap variable (Dapd) by a comparison in the local index station of the plots; being adjusted the models with the Software Statistica. The local indices method is the one that has given the best result, preliminarily defined with 23 % variation in the classification of plots as a function of the classification with the variable Hd. This method was adjusted with the Richards model, obtaining a coefficient of correlation between the observed data and the estimated 0,982. The dominant Dap variable can be used in the estimation of site quality.

Keywords: Site quality, Local index, Key diameter at breast height.

* Investigador de la Universidad Nacional de Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

La calidad de sitio o capacidad productiva es el resultado de la integración de los factores edafoclimáticos y biológico que afectan el desarrollo de los árboles. Está definida según Campos (2013), como el potencial para la producción de madera u otro producto para determinada especie.

En cuanto el sitio puede considerarse constante sin tener en cuenta la especie, la calidad del sitio está en función a una o más especies que pueden ser consideradas para el manejo (Clutter y otros, 1983). La calidad de sitio puede ser terminada a través del Índice local o de sitio (IS).

Índice local o de sitio (IS), es muy utilizado como variable para el manejo forestal en modelos de crecimiento y producción, como discute Clutter y otros (1983). Es una expresión cuantitativa y directa que se expresa en curvas, considerándose que el índice es igual a la Altura Dominante media en una edad específica, edad índice, (Leite, 2011). Estas curvas son construidas a partir de métodos y modelos, siendo utilizadas para clasificar la capacidad productiva de un rodal Campos (2013). Pudiendo ser estas curvas del tipo anamórfico, polimórfico (Clutter y otros, 1983).

Altura dominante, no es afectada por la densidad de la masa ni las con las entresacas, solo depende de los factores del sitio (Leite, 2011).

Solo recientemente se ha usado el Diámetro dominante a la altura del pecho para la determinación de índice local, dando un buen resultado con el método de la curva guía.

Se busca determinar la eficiencia de cinco métodos en la construcción de curvas de índice local usando el Diámetro dominante a la altura del pecho como variable; y cuál de estos métodos tiene mejor comportamiento en la clasificación de sitios en función a la metodología común, con la variable Altura Dominante. El uso de este Diámetro Dominante, bajaría los costos de inventario como menciona Campos (2013).

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de los datos

- Poblamiento de eucaliptos clones, en un espaciamiento de 3,0 x 3,0 m; localizados en la región Centro Oeste del Estado de Minas Gerais – Brasil.
- Sistema de parcelas permanentes (1220).
- 5 árboles dominantes por parcela.
- 1999 datos de Hd y Dapd.
- Edades de medición entre 20 y 104 meses.

Métodos y modelos

Para la elaboración de las curvas se asumió una edad índice de 72 meses.

Métodos para determinar la calidad de sitio

Método de la curva guía (Campos, 2013), Ecuación de diferencias (Clutter y otros, 1983), Índices de local definidos preliminarmente (Leite, 2011), de Hammer y Predicción de parámetros.

$$\ln Y_1 = b_0 + b_1(I^{-1}) + e \quad (1)$$

$$\ln Y_2 = \ln Y_1 + b_1(I_2^{-1} - I_1^{-1}) + e \quad (2)$$

$$Y_1 = b_0.S(1 + e^{b_1-b_2.I})^{-\beta_3^{-1}} + e \quad (3)$$

$$Y_1 = (\alpha_0 + \alpha_1 S)(1 - e^{-\beta_5 S^{-1}})^{\alpha_1} + e \quad (4)$$

$$Y_1 = (\alpha_0 + \alpha_1 S)[1 - e^{-(\alpha_2 + \alpha_3 S + \alpha_4 S^2)}]^{(1 - (\alpha_5 + \alpha_6 S + \alpha_7 S^2))^{-1}} + e \quad (5)$$

Donde:

- Y_1 = Altura o diámetro dominante actual
- Y_2 = Altura o diámetro dominante posterior
- I_1 = Edad actual
- I_2 = Edad posterior
- S = Índice local preliminar
- β y α = Parámetros de los modelos
- ε = Erro aleatório, $e \sim N(0, \sigma^2)$.

Ajuste y validación

- Software Statistica 13.
- En los métodos de la Curva guía y de Hammer

se usó todas las mediciones realizadas en las parcelas.

- Se usó las parcelas que tenían de tres a más mediciones.
- En el caso del método de Índices de local definidos preliminarmente (realizó mediante regresión).

La validación de los ajustes se determinó con el coeficiente de correlación (R_{xy}), Error padrón residual (S_{yx}), coeficiente de variación (CV), Bias, Bias%, raíz cuadrada del error medio (RQEM) y media de las diferencias absolutas (MDA); y también el análisis gráfico de distribución de residuos.

$$\ln Y_1 = b_0 + b_1(I^{-1}) + e$$

Tabla 1

Resultados de los Métodos estadísticos de validación de los modelos de regresión para Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dap_d).

Método estadístico	Método									
	Curva guía		Ecuación de diferencias		Índices de local definidos preliminarmente		Hammer		Predicción de parámetros	
	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d
R_{xy}	0,927	0,891	0,960	0,959	0,985	0,982	0,937	0,893	0,976	0,977
S _{yx}	2,284	2,084	0,705	0,946	1,023	0,494	2,090	2,056	0,902	0,529
CV	11,099	10,363	2,775	4,058	4,383	2,263	10,159	10,225	3,919	2,481
Bias	0,169	0,119	0,323	0,178	0,026	0,012	-0,004	0,000	-0,017	0,031
Bias%	0,722	0,594	-1,097	-0,702	-0,016	0,073	1,208	1,138	-0,750	-0,412
REQM	11,094	10,358	5,361	4,050	4,377	3,763	10,154	10,220	7,044	4,780
MDA	1,841	1,699	1,057	0,740	0,770	0,634	1,663	1,672	1,271	0,797

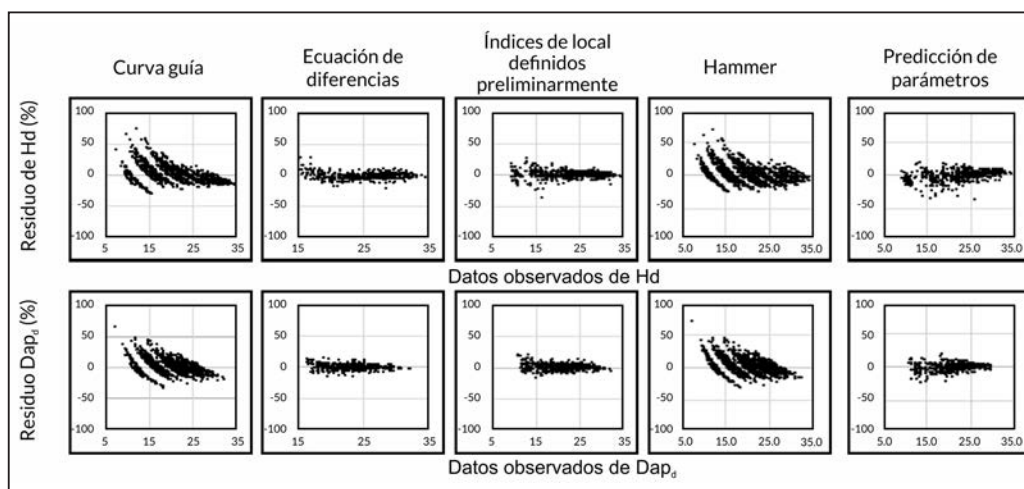


Figura 1. Distribución de residuos del ajuste de modelos para la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dap_d).

$$(1)$$

$$\ln Y_2 = \ln Y_1 + b_1(I_2^{-1} - I_1^{-1}) + e$$

$$(2)$$

$$Y_1 = b_0.S(1 + e^{b_1-b_2.I})^{-\beta_3^{-1}} + e \quad (3)$$

$$Y_1 = (\alpha_0 + \alpha_1 S)(1 - e^{-b_1.I}) + e \quad (4)$$

$$Y_1 = (\alpha_0 + \alpha_1 S)[1 - e^{-(\alpha_2 + \alpha_3 S + \alpha_4 S^2)}]^{(1 - (\alpha_5 + \alpha_6 S + \alpha_7 S^2))^{-1}} + e \quad (5)$$

Métodos

Método de la curva guía (Campos, 2013), Ecuación de diferencias (Clutter y otros, 1983), Índices de local definidos preliminarmente (Leite, 2011), de Hammer y Predicción de parámetros.

Tabla 2
Parámetros de los métodos para la construcción de las curvas usando la Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd).

Método	Altura dominante	Diámetro dominante Dap _d
1	$\ln Hd = 3,4991 - 21,5982)(l^{-1})$	$\ln Dap_d = 3,6630 - 28,0781)(l^{-1})$
2	$\ln Hd_2 = \ln Hd_1 - 27,119)(l_2^{-1} - l_1^{-1})$	$\ln Dap_{d2} = \ln Dap_{d1} - 20,633)(l_2^{-1} - l_1^{-1})$
3	$Hd = 1,165.S(1 + e^{-2,730 - 0,039.l})^{-0,025^1}$	$Dap_d = 1,134.S(1 + e^{-(3,441 - 0,037.l)})^{-0,017^1}$
4	$Hd = (0 + 1,532.S)(1 - e^{-0,014.l})$	$Dap_d = (0 + 1,184.S)(1 - e^{-0,025.l})$
5	$Dapd = (-3,112 + 1,224.S)[1 - e^{-(42,153 - 2,873.S + 0,054.S^2)}]^{(1 - (0,146 - 0,005.S + 0,001.S^2))^{-1}}$	
5	$Hd = (-9,904 + 1,492.S)[1 - e^{-(27,544 + 2,469.S - 0,043.S^2)}]^{(1 - (0,237 + 0,022.S - 0,001.S^2))^{-1}}$	

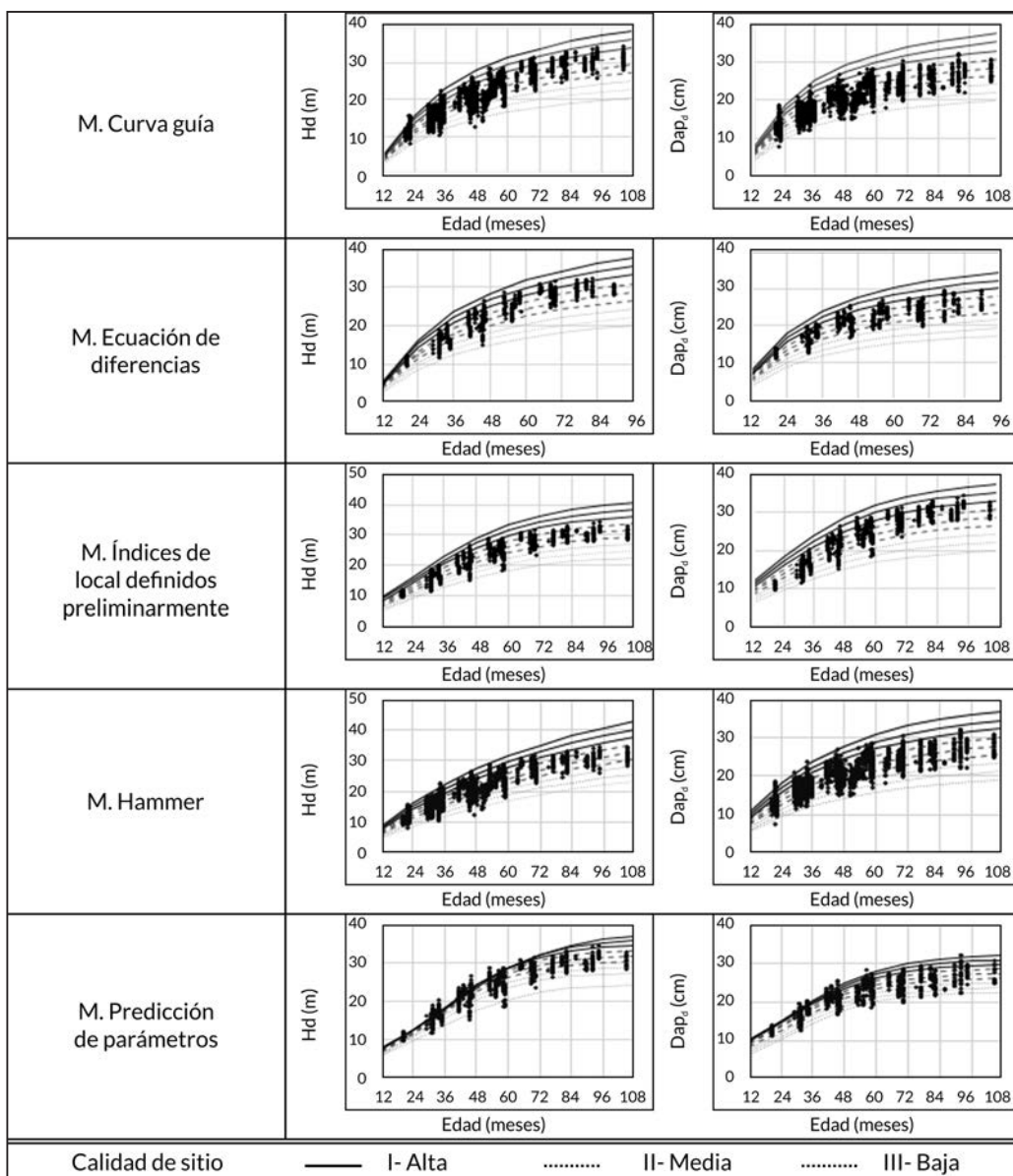


Figura 2. Curvas de índices de local estimadas usando los diferentes métodos de construcción, con la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd).

RESULTADOS

Los cinco métodos empleados tanto para las dos variables dieron ajustes válidos.

Coefficiente de correlación más bajo de 0,891.

Métodos

Utilizando el Método de la curva guía (Campos,

2013), Ecuación de diferencias (Clutter y otros, 1983), Índices de local definidos preliminarmente (Leite, 2011), de Hammer y Predicción de parámetros.

Con los parámetros se generó el conjunto de curvas para cada método, clasificándolas en tres clases: I- Alta, II- Media y III- Baja.

Cada parcela fue clasificada según el índice de

Tabla 3
Clasificación de parcelas según el método y las variables Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd).

Clase	Método									
	Curva guía		Ecuación de diferencias		Índices de local definidos preliminarmente		Hammer		Predicción de parámetros	
	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d	Hd	Dap _d
I	220	219	43	31	28	31	197	151	111	67
II	834	890	132	147	125	121	869	883	44	80
III	166	111	12	9	34	35	154	186	32	40
Total	1220	1220	187	187	187	187	1220	1220	187	187

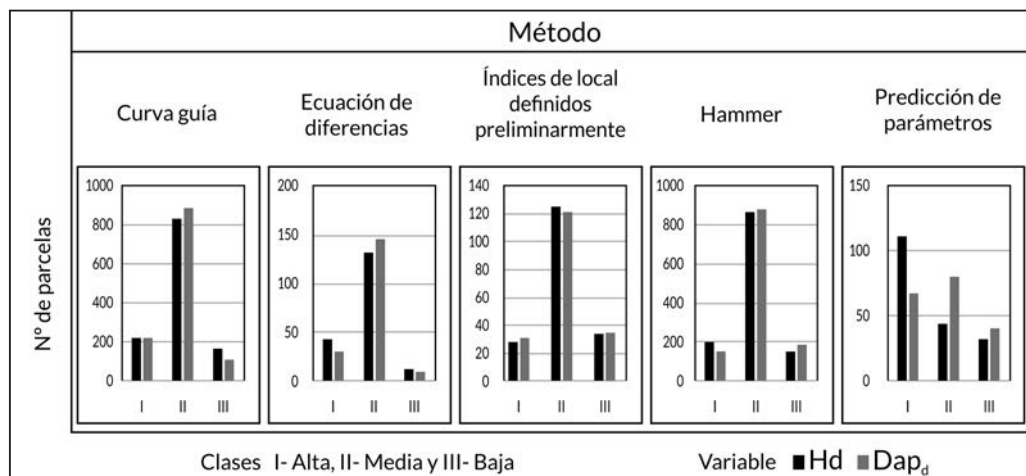


Figura 3. Comparación del número de parcelas por clase según el método y la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd).

Tabla 4
Variación en la clasificación de las parcelas según el uso de la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd)

Variación de clase	Método									
	Curva guía		Ecuación de diferencias		Índices de local definidos preliminarmente		Hammer		Predicción de parámetros	
	N° Parcelas	%	N° Parcelas	%	N° Parcelas	%	N° Parcelas	%	N° Parcelas	%
Si	763	62,5	122	65,2	144	77	126	67,4	57	30,5
No	457	37,5	65	35,8	43	23	61	32,6	130	69,5
Total	1220	100,0	187	100,0	187	100	187	100,0	187	100,0

Tabla 5. Variación entre clases en la clasificación de las parcelas según el uso de la variable Altura dominante (Hd) y Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd).

MÉTODO		DAP	I	HD			TOTAL	
				II	III			
Curva guía	DAP	I	68	146	5	219		
			II	146	639	105	890	
				III	6	49	56	111
					TOTAL	220	834	166
	TOTAL							
Ecuación de diferencias	DAP	I	9	22	0	31		
			II	34	107	6	147	
				III	0	3	6	9
					TOTAL	43	132	12
	TOTAL							
Índices de local definidos preliminarmente	DAP	I	21	7	3	31		
			II	5	104	12	121	
				III	2	14	19	35
					TOTAL	28	125	34
	TOTAL							
Hammer	DAP	I	43	105	3	151		
			II	145	667	71	883	
				III	9	97	80	186
					TOTAL	197	869	154
	TOTAL							
Predicción de parámetros	DAP	I	35	22	10	67		
			II	52	14	14	80	
				III	24	8	8	40
					TOTAL	111	44	32
	TOTAL							

CLASES I-Alta, II-Media y III-Baja

sitio generado con las dos variables.

- clasificación de las parcelas)

Variación en la clasificación de las parcelas según las dos variables, se determinó el número y porcentaje de parcelas que no cambiaron su clasificación.

El método de Índices de local definidos preliminarmente, dio menor variación en la clasificación de las parcelas con 23 % de variación; seguido del método de Hammer, Ecuación de diferencias, Curva guía y Predicción de parámetros, respectivamente.

La variación de la clasificación en las parcelas según las clases de índice local, usando las dos variables Hd y Dapd.

Siendo el Método de Índices de local definidos preliminarmente el que obtuvo menos variación.

- Actualmente se usa el Método de la curva guía usando (Hd).
- Diámetro dominante a la altura del pecho (Dapd) con el Método de Índices de local definidos preliminarmente; (buena correlación

DISCUSIÓN

No todos los métodos para determinación la calidad de sitio se pueden usar el diámetro dominante.

El Método de la curva guía Con la variable (Dapd) la variación en la clasificación de las parcelas es relativamente alta pero aceptable. Siendo un valor relativamente cercano al determinado por Leite et al (2011).

El Método de índices de local da mejores resultados, ya que se utiliza un pre índice local.

Usando el método de índices de local definidos preliminarmente, bajarían los costos de inventarios forestales en plantaciones.

CONCLUSIONES

Todos los métodos no pueden ser usados en la

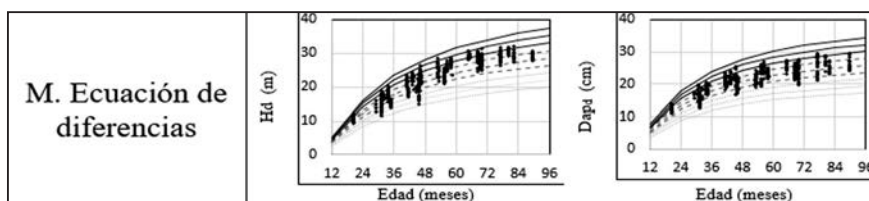


Figura 4. Ecuación de diferencias

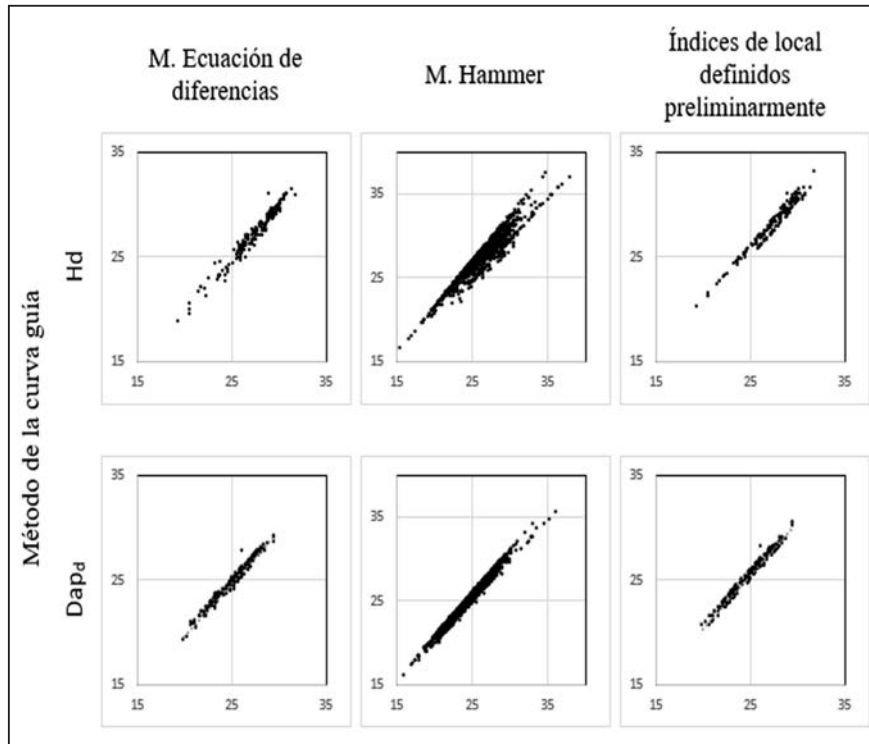


Figura 5. Curva guía.

determinación de índices local usando (Dapd).

El método que dio mejores resultados es el de índices de local definidos preliminarmente usando (Dapd).

Agradecimiento

A la Universidad Continental por su aprobación en la presentación del presente trabajo como ponencia en el marco del Curso-Taller Dendrocronología y sus aplicaciones Hidroclimáticas y Ecológicas, financiado por el FONDECYT, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos , J., & Leite , H. (2013). Mensuração Florestal: perguntas e respostas. 4 ed. Viçosa. Editora UFV.

Clutter , J., Fortson , J., & Pienaar , L. (s.f.). Timber management: a quantitative approach. New York.

Leite, H., Castro, R., Silva, A., & Júnior , C. (2011). Classificação da capacidade produtiva de povoamentos de eucalipto utilizando diâmetro dominante (19(2) ed.). Silva Lusitana.

Turismo sostenible ante retroceso glaciar, caso Huaytapallana, Junín

Sustainable tourism before glacial retreat, case Huaytapallana, Junín

Tiber Joel, Cano Camayo ^{1*}
¹ Universidad Peruana Los Andes

Recibido: 14 de julio de 2017; aprobado: 3 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

El Perú es un país privilegiado, por la presencia de áreas gélidas (nevados) a altitudes que alcanzan más de 5 000 m s.n.m. como es el caso del nevado Huaytapallana en el departamento de Junín; en un estudio con datos del pasado y presente se confirma el retroceso de los glaciares en el Perú, en el Huaytapallana este retroceso se da a un ritmo de 8,2 m/año, esto pronostica un futuro crítico en el abastecimiento de agua tanto para la región Junín como para otros lugares del país. La causa de este retroceso son diversos como el cambio climático generado por las actividades humanas, dentro de ellos la minería irresponsable, el turismo insostenible; generando impactos negativos al nevado Huaytapallana; mediante un turismo tradicional, sin cálculo de capacidad de carga turística, se genera contaminación, consecuentemente degradación del área natural (desaparición del Huaytapallana) y a la vez provoca incomodidad, insatisfacción e inseguridad turística.

Palabras clave: Cambio climático global, desglaciación, turismo tradicional, contaminación, degradación, plan de manejo turístico, capacidad de carga.

ABSTRACT

Perú is a privileged country, due to the presence of frozen areas (snowy) at altitudes that reach more than 5 000 m s.n.m. as it is the case of the snowy Huaytapallana in the departamento of Junín; in a study with data from past and present, the retreat of the glaciers in Perú is confirmed, in the Huaytapallana this retreat occurs at a rate of 8,2 m/year, this predicts a critical future in the water supply for both the region Junín as for other places in the country. The cause of this retreat are diverse as climate change for human activities, within them irresponsible mining, unsustainable tourism; generating negative impacts to the Huaytapallana mountain; through a traditional tourism, without calculation of tourist load capacity, pollution is generated, consequently degradation of the natural area (disappearance of Huaytapallana) and at the same time causes discomfort, dissatisfaction and tourist insecurity

Keywords: Global climate change, deglaciation, traditional tourism, pollution, degradation, tourism management plan, cargo capacity.

* Ingeniero Forestal y Ambiental, Especialista en Gestión Ambiental de RRNN y Proyectos Ambientales de Inversión Pública (SNIP), Doctorando en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible.
Correo electrónico: tjcano1@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países privilegiados de América del Sur, por la presencia de glaciares altoandinos Hans Kinzl (1970), en el Perú se hallan las cordilleras más altas y las más cubiertas de glaciares de los trópicos. Carl Troll califica a los glaciares peruanos como fenómenos extra zonales, que se presentan en latitudes ecuatoriales favorecidos por las grandes altitudes que compensan la baja latitud. Los glaciares en el Perú están constituidos por casquetes y ventisqueros de alta montaña; se presentan dispersos, distribuidos entre las coordenadas 07°06' y 17°55' Latitud Sur (LS) y entre 69°13' y 77°53' Longitud Oeste (LW). Se hallan por encima de los 5 000 y 5 500 m de altitud.

Según el inventario de glaciares del Perú: J. Chancos (1998), cálculo los glaciares con fotografías aéreas tomadas en 1961, concluyó que los glaciares, se distribuían en 25 cordilleras, totalizando 1 200 glaciares importantes con una superficie total de 3 015,5 km². Por su parte INGEMMET (1989), contabilizó 3 004 glaciares agrupados en 18 cordilleras, con una cobertura glaciar de 2 041,85 km², cuyo espesor varía entre 13,90 m y 35,24 m, estimándose un volumen de 56 151 km³ de recurso hídrico congelado. J. Chancos (1998), calculo que el Perú posee 1 956,8 km² de área glaciar; resultado de esta comparación, el retroceso glaciar es evidente en nevados como el Pastoruri (Huaraz), Ticlio (Junín), Huaytapallana (Junín), el Misti (Arequipa), y otros; aproximándose al 35 % en extensión superficial glaciar perdida, para el año 1998, los glaciares en el país han disminuido en 1 053,7 km².



Figura 1. Nevado Huaytapallana.



Figura 2. Ubicación del Nevado Huaytapallana.

Fuente: IGP Recorte de Mapa de Glaciares en el Perú.

El Nevado de Huaytapallana, es un sistema de Glaciares de Circo (Cirque glaciers) ocupando una depresión de carácter semicircular generada por erosión glaciar, acabando por flancos montañosos con mucha pendiente. El Huaytapallana tiene una anchura media de 1,3 km y su base se sitúa en torno a los 4 800 m s.n.m. de altura. Las cumbres que lo conforman alcanzan los 5 200 y 5 500 m s.n.m. de altitud.

En el Encuentro Científico Internacional ECI-2010 el IGP concluye, que el nevado Huaytapallana, entre Junio 1976 a Junio 2006 presentó su mayor pérdida, alcanzando el 60 % de su superficie total. El ritmo de retroceso glaciar promedio del nevado, entre 1976 y 2009 asciende a 8,2 m/año.

El retroceso glaciar o ascenso de la línea inferior de las nieves persistentes (hielo perpetuo) de alta montaña cada vez se da a mayor altitud, como la



Figura 3. Ubicación Geográfica del Nevado Huaytapallana.

adelgazamiento del espesor hielo, la disminución de la extensión y el volumen de la masa glaciar, hasta desaparecer por el deshielo o fusión glaciar, las causas son: a) El Cambio Climático Global, por la variabilidad de precipitación hídrica sólida (nieve, granizo, escarcha, etc.), por efecto de la contaminación atmosférica. b) El Efecto Invernadero y el incremento de la temperatura, por la actividad industrial y el parque automotor creciente, entre otros factores. c) La Actividad Humana, como la minería irresponsable, caso Casapalca, Morococha, Cerro de Pasco y otros asentamientos mineros, los que generan material en suspensión (polvo), por el tránsito de camiones; acumulándose en el campo glaciar y generando su derretimiento de este. El turismo insostenible, al no planificar sus actividades ambientalmente, generando diferentes impactos a las áreas visitadas. De la misma manera otras actividades económicas irracionales provocan el deshielo de los nevados.

En la evaluación de la desglaciación del Nevado del Huaytapallana e impacto en el recurso hídrico del Río Shullcas: Caso Comunidad de Acopalca – Huancayo, realizado por los doctorandos de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, UNCP (2010), mediante vista de campo y realización de encuestas, obtuvo el resultado a la pregunta ¿Cuál cree ud. que es la causa de desaparición del Nevado Huaytapallana?, los encuestados respondieron: El 38,46 % cree que la causa es la actividad humana (Turismo), el 38,46 % no sabe, no opina, el 15,38 % la causa es designio divino y el 7,69 % menciona que se trata de causas naturales. Esto evidencia la influencia directa del turismo tradicional en la

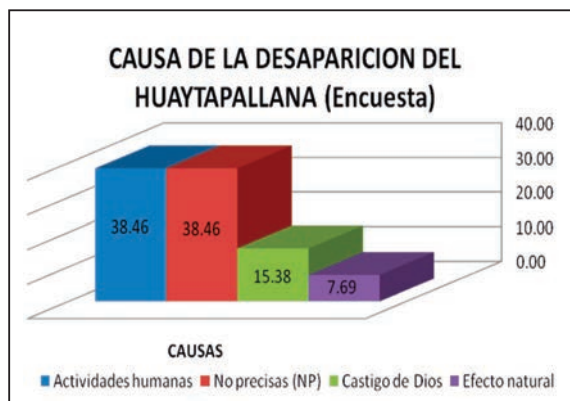


Figura 4. Percepción de la desaparición del Huaytapallana.

Fuente: UPG-FCFA-UNCP (2010)

desaparición del nevado Huaytapallana.

El turismo en las últimas décadas se ha constituido en una de las actividades económicas que ha generado mayores expectativas. Se conoce que el turismo actual, se desarrolla principalmente en escenarios naturales y en zonas urbanas. El turismo ecológico se desarrolla en la zona rural, paisajes en contacto con la naturaleza; la vulnerabilidad ante la afluencia masiva de visitantes es muy alta. A decir de muchos especialistas, "la relación turismo medio ambiente natural es de gran importancia, en esta actividad, la naturaleza constituye la materia prima" (Van de Meene Ruschmann, 1992).

En área del turismo a nivel mundial, se ha generado importantes convenios y pactos, como "La Carta del Turismo Sostenible" (1995), la "Declaración de Manila sobre el Impacto Social del Turismo" (1997) o la "Declaración de Montreal" (1997), entre otros. El concepto de "turismo sostenible" se ha abierto paso en este contexto. Es por ello que existe dos corrientes marcadas en el mundo, por un lado se tiene una tendencia creciente por la conservación del medio ambiente, y por otro, la actividad del turismo que mueve millones de personas y dólares que tienen como escenario principal la naturaleza; ambos: El turismo y la conservación, no son necesariamente buenos compañeros, frecuentemente entran en conflicto.

Es así como se desarrollan una serie de nuevos productos turísticos. Sobre la tendencia actual del turismo, muchos estudiosos indican, que los nuevos productos turísticos tienen como escenario la naturaleza y específicamente el medio rural, como es el caso del turismo en el Huaytapallana; el turismo incluye y/o asociadas términos como: ecoturismo, agroturismo, turismo cultural, turismo de naturaleza, etc. Blanco (1998), tomando como escenario la naturaleza; en la Conferencia Mundial de Turismo Sostenible, llevada a cabo en Lanzarote (1995), donde se recomendó que "el desarrollo turístico deberá fundamentarse sobre criterios de sostenibilidad, es decir, ha de ser soportable ecológicamente a largo plazo, viable económicamente y equitativo desde una perspectiva ética y social para las comunidades locales" es decir un Turismo Sostenible.

Para la Organización Mundial del Turismo (OMT) el turismo sostenible se define como un



Figura 5. Nevado Huaytapallana.

modelo de desarrollo económico concebido para mejorar la calidad de vida de la comunidad receptora, facilitar al visitante una experiencia de alta calidad y mantener la calidad del medio ambiente del que dependen tanto la comunidad anfitriona como los visitantes. Los perjuicios que genera el turismo (impactos ambientales) deben ser abordados bajo un enfoque de turismo sostenible a fin de minimizar los diferentes impactos que puedan suscitarse.

Del turismo se reconocen los beneficios que genera, pero también se tiene que analizar los perjuicios que acarrea. El turismo puede afectar negativamente la diversidad biológica y demás recursos naturales, y tener impactos sociales y culturales adversos. El deterioro de los recursos naturales, es una de las consecuencias directas más significativas del turismo. Los sitios generalmente preferidos para esta actividad turística son ecosistemas frágiles (costas, ríos, lagos, montañas y nevados), cuyo uso intensivo y no sustentable puede producir pérdidas irreversibles (INEI, 2000). Esto es así debido a que están sometidos a un alto flujo de visitantes.

El turismo de naturaleza, como actividad económica de mayor interés en la actualidad, por las ventajas de desarrollo; pero sin embargo al no planificarse sosteniblemente traer problemas sociales, económicos, pérdida de recursos naturales y potencialidades turísticas objeto del turismo (atractivos). La actividad turística tradicional-comercial, convertida en un turismo sostenible, brinda posibilidades muy buenas al entorno de área donde se desarrolla, conservando el recurso natural y beneficiando al anfitrión.

Tabla 1
Impactos ambientales

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura física (aeropuertos, carreteras, complejos hoteleros, etc) Generación de empleos (directo, indirecto) Generación de divisas (ingreso económico) Incremento y perfeccionamiento de la artesanía local. Generación de ingresos a la administración de las áreas naturales Reconocer la necesidad de obtener, ampliar y mejorar la calidad de información sobre las áreas naturales y/o protegidas. Reconocer la necesidad de una infraestructura básica para ofertar un mejor servicio Conciencia nacional por la protección de muchas áreas naturales Rescate de los monumentos coloniales Difusión de la música folklórica Mejora del nivel del conocimiento de lo autóctono en el aspecto cultural y social para ofertarlo al turista Incremento del número de personas que aprenden otros idiomas (alemán, italiano, inglés) 	<ul style="list-style-type: none"> Distribución desigual de los ingresos generados por el turismo, tanto a nivel general como de las comunidades. Desplazamiento de mano de obra de agrícola para el turismo Competencia de productos extranjeros con los locales Degradación de áreas naturales para la construcción de infraestructura turística Degradación de áreas críticas dentro y fuera de las áreas protegidas, por el sobre uso. Contaminación en general Incremento en la extracción y comercialización de especies de flora y fauna para ofertarlas al turista Extinción o desaparición Transculturación Delincuencia en general Enfermedades y vicios (prostitución, alcoholismo y drogadicción) Pérdida de la identidad nacional. Pérdida del uso de los lenguajes y dialectos nativos (quechua, aymara y otros)

La planificación del turismo sostenible, se realiza bajo un Plan de Gestión o Plan de Manejo Turístico, que viene hacer un instrumento de gestión empresarial-ambiental, donde se planifica toda actividad y modelación del funcionamiento de las actividades y de los efectos directos e indirectos dentro y/o fuera del turismo. La elaboración del Plan de Manejo se basa en la determinación de la Capacidad de Carga Turística, para luego plantear diferentes estrategias, y planes que prevén diferentes actividades.

El cálculo de Capacidad de Carga Turístico se realiza basado en la metodología de Cifuentes (1992), la cual busca establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área natural o protegida con base en las condiciones físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área, en el momento del estudio.

El proceso consta de tres niveles:

- Cálculo de Capacidad de Carga Física (CCF).
- Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR).
- Cálculo de Capacidad de Carga Efectiva (CCE).

Los tres niveles de capacidad de carga tienen una relación que puede representarse como sigue: $CCF \geq CCR \geq CCE$. Luego de calcular de Capacidad de Carga Efectiva (CCE), se propone diferentes actividades para lograr el mejor manejo del área natural.

El plan de manejo de turístico, como instrumento, comprende actividades como:

- Cronograma de visitas (Fecha y horario).
- Servicios básicos para el turista.
- Plan del buen trato al visitante.
- Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos producidos por el turismo.
- Plan educación ambiental turística.
- Estrategias de marketing.
- Capacidad turística.
- Otros importantes.

La práctica del turismo tradicional-comercial en el destino turístico Huaytapallana, es una causa directa del retroceso de glaciar, por la afluencia excesiva de turistas o visitantes sobre pasando la capacidad de carga natural de este lugar; produciendo alteraciones como eliminación

de residuos sólidos (basura), "los desechos producidos por el turismo de montaña, consisten mayormente en diversos tipos de envolturas de plástico, siendo los más significativos las bolsas de plástico de gran tamaño que los visitantes usan para cubrirse los pies, hasta las rodillas, y luego lo dejan caer en los nevados; también hay una gran cantidad de envolturas de caramelos y botellas de plástico", Huamaní (1998) concluye con que "los volúmenes de desechos están contaminando y alterando el medio natural en diversos puntos, esto se convertirá en crítico, con la mayor afluencia de visitantes, sobre pasando la capacidad de carga". Para amortiguar el retroceso y desaparición del nevado de Huaytapallana es necesario elaborar el Plan de Manejo Turístico multisectorial, aprobado bajo resolución del Ministerio del Ambiente e implementada por todas las instituciones públicas y privadas en el ámbito y gerencia a intervenir de la región Junín.

El Plan de Manejo Turístico del Nevado Huaytapallana, se debe conocer por la población (anfitriona y visitante), e incluir en el Proyecto Educativo Regional Junín (PER-Junín) como un tema transversal de la educación básico regular en la región.

CONCLUSIONES

El retroceso de los glaciares en el Perú y en el mundo, es real e irreversible, por causas del cambio climático global, generado por la actividad humana, como la contaminación, efecto invernadero; y otra causa determinadas como la actividad turística insostenible; como es el que se práctica en el nevado Huaytapallana. La consecuencia es la desglaciación y desaparición de los nevados y por ende la pérdida de la principal fuente hídrica, que afectara a la población.

Desarrollando un Turismo Sostenible en el nevado de Huaytapallana, basado en un Plan de Manejo Turístico, con Cálculo de Capacidad de Carga, se podría amortiguar el avance y desaparición del glaciar, el plan de manejo estaría implementado con actividades que haga sostenible esta actividad; preservando y protegiendo el medio natural y los recursos naturales.

El plan de manejo de turístico es un

instrumento de gestión empresarial-ambiental, para su efectividad debe implementarse multisectorialmente, ser de información pública y desarrollarlo como un tema transversal dentro del Proyecto Educativo Regional Junín (PER-Junín).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeles, D. B. (2007). Turismo Comunitario ¿Avizorando una oportunidad o desterrando una ilusión? Caso de Estudio: Reserva Nacional Pacaya Samiria – Perú,. San José: Universidad de Costa Rica.
- Blanco, F. R. (2009). Afiche técnico: Procesos de Geodinámica Superficial en la Zona Central de la Cuenca del Río Mantaro. Lima: Proyecto MAREMEX desarrollado por Instituto Geofísico del Perú (IGP).
- Chancos Pillaca, J. (1998). Retroceso Glaciar e Impacto Ambiental en los Montes Andinos del Perú. Lima: Facultad de Humanidades de la UNE.
- Cifuentes, M. A. (1999). Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. Costa Rica: WWF Centroamérica - CATIE.
- Cruz Reyes, F. M. (2009). Conferencia Cambio Climático Y Turismo. Diap. 31. Lima: Centro Cultural San Marcos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- De Esteban, J. C. (2007). La Demanda del Turismo Cultural y su Vinculación con el Medio Ambiente Urbano: Los Casos de Madrid y Valencia. Barcelona: Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad Complutense de Madrid.
- Huamaní. (1998). La problemática de los desechos sólidos Generados por el Turismo de Aventura en el Parque Nacional Huascarán. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Tinoco, O. G. (agosto de 2003). Los Impactos del Turismo en el Perú. *Industrial Data*, 6(1), 47-60.
- Vanegas Montes, G. M. (2006). Ecoturismo Instrumento de Desarrollo Sostenible. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Zubieta, R. B. (2009). Estudio por Teledetección de la dinámica glaciar en la Cordillera Huaytapallana, Junín, Perú, Diap. 16. Lima, Perú: Instituto Geofísico del Perú, Encuentro Científico Internacional ECI2010.

La milenaria familia camelidae y el Nevado Huaytapallana

The thousand-year-old camelidae family and the Nevado Huaytapallana

María Del Carmen Durand Mayta¹, Alejandro Antonio Paytán Condori¹

¹ Universidad Nacional del Centro del Perú

Recibido: 15 de noviembre de 2017; aprobado: 9 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

El Nevado Huaytapallana es la principal fuente de vida para innumerables seres vivos, así como para la Milenaria Familia Camelidae; sus aguas son usadas para el consumo humano, actividades agrícolas y para la industria. Los factores técnicos, ecológico, social y económico, garantizan un mayor beneficio al poblador en la crianza de alpacas, llamas y vicuñas en los espacios altoandinos para contribuir al bienestar de los pequeños productores y el medio ambiente circundante, en su mayoría de muy escasos recursos, pues existe la necesidad de prestar la debida atención para reducir la mortalidad de crías y adultos de los camélidos sudamericanos, así como el impacto de las enfermedades parasitarias e infecciosas sobre las funciones productivas, el uso racional y sostenible de los recursos naturales; las praderas constituyen la base de la alimentación de los camélidos, la sostenibilidad del sistema depende del manejo racional de este recurso. Fuera de las praderas nativas hay la posibilidad del cultivo de especies forrajeras de mayor rendimiento y valor nutritivo en regiones cercanas a los 4 000 m de altitud.

Palabras clave: Camélidos sudamericanos, rumiantes, hábitat natural, recurso genético.

ABSTRACT

The Snowy Huaytapallana is the main source of life for innumerable living beings, as well as for the Millenary Camelidae Family; its waters are used for human consumption, agricultural activities and for industry. The technical, ecological, social and economic factors guarantee a greater benefit to the villager in the breeding of alpacas, llamas and vicuñas in highandean spaces to contribute to the welfare of small producers and the surrounding environment, mostly of very scarce resources, since there is a need to pay due attention to reduce the mortality of young and adults of the South American camelids, as well as the impact of parasitic and infectious diseases on the productive functions, the rational and sustainable use of natural resources; the meadows are the base of the feeding of the camelids, the sustainability of the system depends on the rational management of this resource. Outside the native meadows there is the possibility of cultivating forage species with higher yield and nutritional value in regins near 4 000 m altitude.

Keywords: South american camelids, ruminants, natural hábitat, genetic resource.

* Ingeniero Zootecnista, Maestría en Producción Animal y Doctorando en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
Correo: marycdm_30@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los camélidos sudamericanos (CSA), constituyen un recurso genético de gran importancia social, económica, ecológica, cultural y científica para el Perú y algunos de los países de la Región Andina. Las especies domésticas, alpaca y llama, proveen productos de alta calidad, como son la fibra y la carne y, a menudo, constituyen el único medio de subsistencia de un vasto sector de la población alto andina. Las especies silvestres, vicuña y guanaco, que se consideran antecesoras de las especies domésticas, ofrecen igualmente un importante potencial de aprovechamiento sustentable dentro de los marcos legales establecidos.

Los espacios altoandinos y los recursos vegetales son utilizados por estas especies para aprovechar los productos y subproductos de los Camélidos Sudamericanos en beneficio de los pobladores quienes son pobladores de las comunidades campesinas.

El Nevado Huaytapallana es la principal fuente de vida para el Valle del Mantaro. Sus aguas son usadas para el consumo humano, para las actividades agrícolas y para la industria. Sin embargo, según estudios recientes efectuados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), en los últimos 20 años, la montaña ha disminuido en 50 % su contorno glaciar debido al cambio climático y, si sigue esa tendencia decreciente, desaparecerá en unos 15 años.

Para evidenciar los aspectos más importantes del nevado Huaytapallana se realizó una visita, observando la difícil situación que está atravesando este espacio geográfico con respeto a la crianza de camélidos sudamericanos que es su hábitat. Se observó que los pastos naturales altoandinos están siendo degradados por el pisoteo y contaminados por los visitantes (turistas) quienes irresponsablemente arrojan diversos desechos que están afectando la salud, alimentación y nutrición de los camélidos sudamericanos, Ken Takahashi, jefe de Clima del IGP, señaló al respecto que ello representa un grave peligro para las reservas hídricas de la región pues el nevado provee actualmente casi el 100 % del agua que discurre por el río Shullcas, la cual es usada por la población de Huancayo, así como las actividades agrícolas y pecuarias. "El impacto puede ser bastante dramático", subrayó.

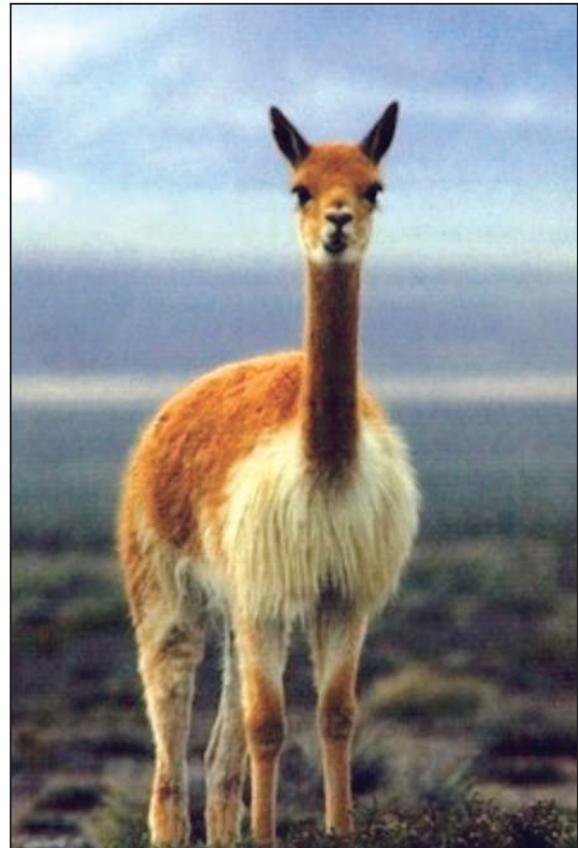


Figura 1. Vicuña (*Vicugna vicugna*) (Molina) Miller, 1924.

El especialista también indicó que un reciente estudio sobre el impacto del cambio climático en la cuenca del valle del Mantaro evidenció que la zona ha experimentado una reducción de las lluvias en 15 % por el calentamiento, lo que viene afectando el abastecimiento de agua y el desarrollo de diversas actividades socioeconómicas.

La alimentación de la familia camélidae que son Herbívoros Rumiantes es a base de diversos pastos y hierbas que crecen en las zonas húmedas ubicadas encima de los 4 000 m de altura, y que se conocen como bofedales. La dieta forrajera es poco selectiva y pueden pastorear y ramonear todo tipo de vegetación. Pueden consumir forrajes de bajos niveles de calidad y digestibilidad gracias a su eficiente aparato digestivo muy superior a de otros mamíferos rumiantes que tendrían serias dificultades en digerir dichos pastos.

El consumo promedio de una llama seca o macho adulto es de aproximadamente 1,5 a 2 kg de MS (materia seca), en el caso de llamas en

el último tercio de gestación e inicio de lactancia pueden requerir una ingesta de 3 kg de MS. En su hábitat natural -las grandes alturas de los Andes sudamericanos- la Alpaca se alimenta del pastos naturales altoandinos que crece solo allí donde la naturaleza es muy hostil. Su extraordinario estómago es capaz de digerir los pastos más duros y difíciles. Los rebaños pastan en el altiplano casi en estado salvaje, entre los 4 270 y los 4 880 m s.n.m.

El impacto de las actividades humanas en el recurso hídrico de las zonas altoandinas como el Huaytapallana es extremadamente negativo para los humedales andinos cuyo hábitat y entorno fueron afectados. Comenzaron a secarse con la consecuente pérdida de recursos naturales - flora y fauna silvestre - y daño a los derechos ancestrales a los recursos naturales de las comunidades indígenas, debido a la contaminación y explotación de agua por parte de otros usos que están poniendo en riesgo la sustentabilidad y la sobrevivencia de la biodiversidad.

CONCLUSIONES

Como se menciona anteriormente los camélidos



Figura 2. Alpaca de Raza Huacaya (*Lama pacos*) Linnaeus, 1758.

sudamericanos representan un recurso genético de gran importancia tanto desde el punto de vista económico como social, cultural y científico. La alpaca, llama y la vicuña constituyen la base de sustento de un vasto sector de la población de la región alto andina del Perú.

Pese a su gran importancia el aprovechamiento pleno de los Recursos Naturales como el agua, suelo (pastos naturales) está limitado por factores de naturaleza tanto técnica como ecológica, social y económica. Para lograr un mayor beneficio de la crianza de alpacas, llamas y vicuñas y los espacios altoandinos y contribuir al bienestar de los pequeños productores y el medio ambiente, en su mayoría de muy escasos recursos, hay necesidad de prestar la debida atención a los siguientes aspectos:

- Uso racional y sostenible de los recursos naturales. Puesto que las praderas naturales circundantes al Huaytapallana constituyen actualmente la base de la alimentación de los camélidos, la sostenibilidad del sistema depende en gran medida del manejo racional de este recurso.
- Implementación de sistemas eficaces de alimentación. Fuera de las praderas nativas existen evidencias experimentales sobre la posibilidad del cultivo de especies forrajeras de mayor rendimiento y valor nutritivo en regiones cercanas a los 4 000 m de altitud. La implementación más generalizada de esta opción resultará en mejoramiento de los niveles de nutrición de los animales y la obtención de una mayor producción por unidad de superficie a la vez que permitirá disminuir la presión de pastoreo sobre las praderas naturales en áreas de pastos naturales cercanos al Huaytapallana. Reducción de la mortalidad de crías y adultos así como el impacto de las enfermedades parasitarias sobre las funciones productivas. Esto implica el desarrollo, mediante la investigación, de métodos efectivos e integrales de control y prevención de enfermedades, entre las cuales la enterotoxemia y la sarcocistiosis ocupan un lugar preponderante.

Hay un interés creciente en la aplicación de biotecnologías reproductivas tales como la inseminación artificial y la transferencia de embriones, en el mejoramiento de la calidad genética de los camélidos domésticos. Sin duda se

trata de herramientas poderosas para ese efecto siempre que se cuente con material genético altamente deseable debidamente identificado. Para ello es requisito indispensable contar con un programa de selección que permita identificar a los animales genéticamente más valiosos cuyo genotipo se pretende diseminar en forma masiva ya sea a través de la línea materna o paterna.

La conservación y aprovechamiento racional de la vicuña y Guanaco será cada vez más exitoso en la medida en que se vayan desarrollando métodos más eficientes de manejo y captura ya sea en sistemas de plena libertad o en semi cautiverio. La caza furtiva de la vicuña, los espacios altoandinos contaminados (contaminación ambiental), el turismo irresponsable y el cambio climático en general sigue siendo un problema y una amenaza para la especie; se espera que las entidades públicas y privadas así como las comunidades y personas jurídicas autorizadas para el usufructo de esta especie ejerzan acciones preventivas más eficaces.

Los espacios naturales como el Huaytapallana y el área circundante fueron hábitat de los Camélidos Sudamericanos por millones de años, estos no deben ser vulnerados con las actividades del hombre arriba mencionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Leyva, V., Nuñez, A., Jiménez, J., Choquehuanca, J., & Franco, E. (1988). Sistemas de producción de Camélidos Sudamericanos. Reunión General RISPAL - RCA.
- Portocarrero, C. (Junio de 2009). Deglaciación de las cordilleras - Perú y su relación con el efecto invernadero. En Revista del Desarrollo local sostenible, 2(5). Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/delos/05>
- Sumar, J. (1991.). Características de las poblaciones de llamas y alpacas en la sierra sur del Perú. Informe de la Mesa Redonda sobre Camélidos Sudamericanos, GAN-37. RLA, Lima.
- Velarde, R. (1992). Comercialización de productos derivados de los camélidos sudamericanos. Informe del Simposio sobre Camélidos Sudamericanos Domésticos.

Formación de valores ambientales: una necesidad irrenunciable

Formation of environmental values: an unrenounceable need

Waldemar José Cerrón Rojas^{1*}

¹ Universidad Nacional del Centro del Perú

Recibido: 01 de junio de 2017; aprobado: 5 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

La última visita realizada al nevado del Huaytapallana con un grupo de estudios de la Sección Doctoral de la Unidad de Post grado de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la UNCP, significó asumir con más ciencia y fuerza la necesidad irrenunciable de formar en las generaciones presentes y futuras la práctica de valores ambientales. Las consecuencias del calentamiento global y las actividades productivas de los hombres, consciente o no de la contaminación alteran el equilibrio ambiental de manera abrupta, como es el caso concreto de la deglaciación del nevado. La formación de valores ambientales como de cualquier otros, está enlazada directamente con la Política y el Derecho, componentes fundamentales de la regulación de las organizaciones sociales en temas como la formación ciudadana, educación en todos sus niveles y amplitudes del conocimiento, desarrollo sostenible, formación de cultura laboral y tecnológica sobre la base de la responsabilidad, solidaridad y respeto, pilares fundamentales de los valores morales.

Palabras clave: Valores ambientales, calentamiento global, formación ciudadana.

ABSTRACT

The last visit to the Huaytapallana snowy with a group of studies of the Doctoral Section of the Postgraduate Unit of the Faculty of Forestry and Environment of the UNCP, meant to assume with more science and strength the unwavering need to train in the present and future generations the practice of environmental values. The consequences of global warming and the productive activities of men, conscious or not of pollution alter the environmental balance abruptly, as is the case of the deglaciation of snow. The formation of environmental values as any other, is directly linked to the Politics and Law, fundamental components of the regulation of social organizations on issues such as citizenship education, education at all levels and breadth of knowledge, sustainable development, training of labor and technological culture based on responsibility, solidarity and respect, fundamental pillars of moral values.

Keywords: Environmental values, global warming, citizen education.

* Lic. en Pedagogía y Humanidades, Magister en Didáctica Universitaria, Doctor en Educación.
Correo: jocecin@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La deglaciación del Nevado Huaytapallana ocasionará consecuencias ambientales negativas para el Valle del Mantaro, como es la escasez de recurso hídrico; así como este fenómeno local, a nivel global existen otros, de mayor magnitud, como refiere (Barrameda, 2009) Una de las mayores causas de la contaminación oceánica son los derrames de petróleo. El 46% del petróleo y sus derivados industriales que se vierten en el mar son residuos que vuelcan las ciudades costeras. El mar es empleado como un muy accesible y barato depósito de sustancias contaminantes, y la situación no cambiará mientras no existan controles estrictos, con severas sanciones para los infractores.

Estos fenómenos pueden ser prevenidos o contrarrestados si es que se asume de manera consciente la praxis de una defensa del ambiente, lo cual exige la necesidad de la formación de valores ambientales de manera consciente y racional.

La formación de valores sociales es y ha sido siempre una preocupación humana, toda vez que en el devenir histórico desde las comunidades primitivas hasta hoy, las sociedades conforman grupos u organizaciones, cuyos integrantes, sea por imposición o democracia se sujetaron a sus formas de vida, costumbres, principios y leyes.

Los valores son producto de las actividades sociales e individuales y conforman un aspecto importante de la vida espiritual e ideológica de la sociedad, de la unidad de lo típico e individual, tienen la propiedad de expresar las condiciones socio – económicas sociales de una época histórica concreta, así como el desarrollo del contenido humano universal que éstos encierran, además revelan el carácter orientador y regulador de la escala individual de los sujetos, los cuales determinan su integración social, porque son el fundamento y la finalidad de toda las acciones humanas en cualquier esfera de la vida.

Al respecto la doctora (Chacon Arteaga, 1999) al referir que el valor moral expresa la significación social positiva, buena, en contraposición al mal, de un fenómeno (hecho, acto de conducta), en forma de principio, norma o representación del bien, lo justo, el deber. . ., con un carácter valorativo

y normativo a nivel de la conciencia, que regula y orienta la actitud de los individuos hacia la reafirmación del progreso moral, el crecimiento del humanismo y el perfeccionamiento humano.

La formación de valores ambientales como de cualquier otros, está enlazada directamente con la Política y el Derecho, componentes fundamentales de la regulación de las organizaciones sociales en temas como la formación ciudadana, educación en todos sus niveles y amplitudes del conocimiento, desarrollo sostenible, formación de cultura laboral y tecnológica sobre la base de la responsabilidad, solidaridad y respeto, pilares fundamentales de los valores morales.

La forma racional para la transferencia, formación y práctica adecuada de los valores, es la educación científica, cuya organización multidisciplinaria de los contenidos permitirá contrarrestar la contaminación ambiental producida por diversos agentes, organizar comunidades de aprendizajes, que se auto eduquen y eduquen en la formación de valores ambientales.

La educación científica ha permitido y permite que los hombres, comprendan y mejoren sus relaciones sociales, practiquen valores sociales elevados, asciendan en la humanidad, tengan fundamentos reales al plantear sus ideas y llevarlos a una práctica adecuada, haciendo no sólo presencia, sino también desarrollo positivo. Los aportes de todos los profesionales y hombres a esta tarea de la formación y práctica de valores deberá ejecutarse de manera transdisciplinaria e interdisciplinaria, porque son parte de la cultura científica, proyectan sentimientos y pensamientos de la creación humana que han permitido y permiten la solución de problemas con inteligencia, llevando consigo valores de conciencia para el desarrollo armónico socio ambiental productivo.

Se entiende por lo tanto, que los valores ambientales expresan significados positivos hacia el ambiente, comportamientos que favorezcan su desarrollo, pero asimilados en formas de principio, norma o representación del bien, que orienta las actitudes de los individuos hacia el cuidado, preservación y defensa del ambiente.

Es necesario conocer el contenido de cada valor,

las propiedades ambientales de cada uno de ellos y las formas didácticas para su transferencia y formación, sin ellos podríamos caer en el desconocimiento de lo que realizamos, o lo que queremos realizar, basado en los trabajos de la Dra. Nancy Chacón Arteaga (1999), con estudiantes del Diplomado de Ética en Batabanó, quienes elaboraron una tabla de valores morales y pedagógicos, se plantea la siguiente operacionalización de los valores ambientales para su respectiva práctica.

1. Responsabilidad ambiental

Las actividades productivas que realizamos generan alteraciones en el ambiente, lo cual requiere de prevención y tratamiento responsable para mantener el equilibrio hombre, producción y naturaleza con visión sostenible, de acuerdo a ello, se considera los siguientes indicadores:

- a. Comprende las exigencias ambientales analizando la repercusión positiva y negativa de la actividad productiva que realiza en el contexto ambiental.
- b. Organiza las obligaciones ambientales explicando la forma en que contrarresta la repercusión negativa del trabajo que realiza en el contexto ambiental.
- c. Verifica el cumplimiento de las exigencias ambientales modelando formas de control de las repercusiones del trabajo que realiza en el contexto ambiental.
- d. Responde por los resultados de las actividades productivas describiendo su labor a favor del desarrollo ambiental.

2. Exigencia ambiental

Conjunto de metas, propósitos o fines que se propone alcanzar durante sus actividades para mejorar las condiciones ambientales de su contexto.

Indicadores:

- Crítica y autocrítica las situaciones ambientales analizando los efectos positivos y negativos de las actividades productivas y proyecta soluciones para mejorar las condiciones ambientales.
- Juzga las situaciones que son negativas al ambiente explicando los efectos a corto y largo

plazo en el contexto local y global.

- Plantea soluciones a los problemas ambientales modelando proyectos y proponiendo puntos de acuerdo con los involucrados y afectados con el deterioro ambiental
- Investiga la solución objetiva de los problemas ambientales proyectando soluciones científicas que permitan mejorar las condiciones locales y globales del ambiente.

3. Dignidad ambiental

Es el derecho a contar con un ecosistema apropiado, ético que desarrolle sentimientos de prestigio y pertenencia ambiental.

Indicadores:

- Organiza diversas actividades laborales ambientalistas explicando la necesidad de prodigar amor al ambiente.
- Comprende la pertenencia al sector ambiental explicando su participación y actividad en el contexto ambiental
- Traduce las condiciones ambientales analizando la forma en que debe desarrollarse de manera racional y humana.

4. Honor ambiental

Es el conjunto de méritos, reputación y prestigio desarrollados en el devenir histórico alcanzado por la calidad ambiental con que cuenta determinado sector, el cual tiene el aval del reconocimiento social.

Indicadores:

- Demuestra méritos ambientales acumulados en el transcurso del desarrollo social y productivo explicando la relación armónica entre la producción y equilibrio ambiental.
- Traduce el reconocimiento ambiental colectivo y/o social modelando espacios ambientales positivos en el quehacer diario.

5. Autoridad ambiental

Grado de influencia ambiental positiva que ejerce sobre los que interactúan en las actividades productivas.

Indicadores

- Evidencia Influencia ambientalista en sus compañeros de trabajo, la familia, los colegas y otros explicando críticamente la necesidad de mejorar las condiciones ambientales.
- Convoca y moviliza a los que le rodean hacia propósitos ambientales positivos.

Entonces la formación de valores ambientales de manera multidisciplinaria en las nuevas y presentes generaciones es una necesidad irrenunciable por tratarse de un fenómeno vital, el cual compromete a todos los hombres de manera global e interdisciplinaria con aportes investigativos, metodológicos y didácticos que permitan construir y habitar un mundo más humano, digno, justo y solidario.

La práctica racional de los valores ambientales, permitirá a los hombres, ponerse de acuerdo para preservar, equilibrar y desarrollar las potenciales sociales y productivas en el ambiente, comprendiendo que la unión de los hombres ahora es vital, al margen de cualquier sistema ideológico unilateral, personalista o demasiado global para la resolución ética de los conflictos.



Figura 1. Muestra de la biodiversidad andina. Ulcumayo, Junín.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrameda. (12 de Septiembre de 2009). www.barrameda.com. Recuperado el 23 de Agosto de 2010, de <http://www.barrameda.com.ar/ecologia/desastre.htm>
- Chacón Arteaga , N. (1999). Educación Moral. Habana : Ciencias Sociales.
- Chacon Arteaga, N. (1999). La formación de valores. 99. Pedagogía.
- González Rey , F. (1989). La Personalidad, su educación y desarrollo. Habana: Pueblo y Educación.
- Martí José. (1975). Obras completas (t. VIII). Habana: Ciencias Sociales.

El Nevado Huaytapallana y el Valle del Mantaro, un reencuentro final

The Nevado Huaytapallana and the Mantaro Valley, a final reunion

Aparicio Chanca Flores¹

¹ Universidad Nacional del Centro del Perú

Recibido: 2 de octubre de 2017; aprobado: 9 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

El presente artículo tiene por objetivo realizar una reflexión sobre el nevado Huaytapallana y sus implicancias en el Valle del Mantaro, que en un futuro muy próximo nos tocará afrontarlos a cada uno de nosotros que habitamos en esta parte del país. Hemos escogido el tema, gracias a una visita realizada el 17 de julio con un grupo de estudiantes del Doctorado en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible al nevado Huaytapallana, donde observamos la importancia que este tiene, para los habitantes del Valle del Mantaro. Actualmente el Huaytapallana se halla en un proceso de deglaciación por el proceso de calentamiento global en que nos hallamos sumidos, el cual viene siendo acelerado por la acción humana que a diario contribuye con la desaparición del Nevado. Algunos pobladores entrevistados en la localidad de Acopalca manifestaban que el clima estos últimos tiempos se esta volviendo loco, y señalan que "el frío y el calor son insoportables ya no es como antes". En estas condiciones de agonía donde el nevado enfrenta una enfermedad incurable lo que nos queda hacer a las instituciones y pobladores es tomar conciencia de la problemática flagrante.

Palabras clave: Valle del Mantaro, deglaciación, calentamiento global.

ABSTRACT

The objective of this article is to reflect on the snowy Huaytapallana and its implications in the Mantaro Valley, which in the very near future we will have to face each of us who live in this part of the country. We have chosen the theme, thanks to a visit made on July 17 with a group of students of the Doctorate in Environmental Sciences and Sustainable Development to the snowy Huaytapallana, where we observed the importance that this has, for the inhabitants of the Mantaro Valley. Currently the Huaytapallana is in a process of deglaciation due to the process of global warming in which we find ourselves immersed, which has been accelerated by the human action that contributes daily with the disappearance of the Nevado. Some inhabitants interviewed in the town of Acopalca said that the climate in recent times is going crazy, and point out that "the cold and heat are unbearable is not as before." In these agony conditions, where the snow-capped mountain faces an incurable disease, what remains for the institutions and residents to do is to become aware of the flagrant problem.

Keywords: Mantaro Valley, deglaciation, global warming.

* Antropólogo, docente de la Universidad Nacional del Centro del Perú



Figura 1. Nevado Huaytapallana, Huancayo, Junín.

INTRODUCCIÓN

El Nevado Huaytapallana hoy

El retroceso glaciar no solo viene sucediendo en el Huaytapallana, es un fenómeno global que viene afectando a todas las áreas que cuentan con este recurso natural que han entrado a un proceso de adelgazamiento del espesor, disminución de la extensión y el volumen de la masa glaciar, como producto del proceso de calentamiento (cambio climático global) en que nos encontramos. Pero este proceso natural viene siendo acelerado por la acción humana.

Como menciona la Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas CAOI “el ser humano se ha convertido en el virus, en el cáncer de la Madre tierra y el depredador de las especies” por el mismo hecho de generar la contaminación atmosférica por la eliminación de gases de la actividad industrial, la minería, el desarrollo urbano, el parque automotor, entre otros, que vienen coadyuvando al incrementando del efecto invernadero.

El Nevado Huaytapallana según el sincretismo andino: Es considerado como la morada de los Apus, (dios tutelar) que cuida a todos los habitantes del Valle del Mantaro, por lo que tradicionalmente hacen rituales de pago u ofrendas para garantizar su protección para ellos mismos y sus recursos animales y materiales.

Estos hechos, según manifiestan las personas de mayor edad, sólo eran realizados en épocas conocidas y relacionadas a la actividad agropecuaria, pero hoy en día se observa que esta

actividad se está comercializando especialmente por personas dedicadas al curanderismo, quienes llevan diariamente ofrendas consistentes en frutas, dulces, flores y licores. Con lo cual se viene contaminando al Huaytapallana.

Caso anecdótico, es que hoy en día a esta zona acuden personas de distintos clases y sectores sociales con la finalidad de pedirles apoyo al cerro y así conseguir sus objetivos o metas trazadas, por lo que con frecuencia acuden a esta zona, empresarios (para que la empresa florezca), políticos (para ganar las elecciones), profesionales (para encontrar trabajo) y público en general que se encuentran afrontando algún problema ya sea de salud, amor, economía, judicial entre otros.

Por otra parte en la zona encontramos la presencia de algunas empresas mineras que están realizando un proceso de exploración de yacimientos, por lo que se observa excavaciones y movimientos de tierra en diversas partes.

Asimismo existe el fomento del turismo hacia este lugar, pero de manera muy rudimentaria y tradicional sin las previsiones del caso como se pudo observar el accidente que sufrieron los estudiantes de un colegio conocido de la provincia de Huancayo en un día de visita.

El Huaytapallana y el problema del agua

América del sur concentra mas de la quinta parte de las reservas de agua dulce de todo el mundo, en ella han surgido y desarrollado varias civilizaciones teniendo como mudo testigo a la Cordillera de los Andes que recorre de norte a sur, constituyéndose en una de las regiones de mayor diversidad ambiental y geomorfológica en el mundo.

Hoy en día los planificadores y desarrollistas toman estos factores geográficos como limitaciones y/o barreras para el desarrollo local, regional y nacional. Mientras que en la antigüedad estos factores fueron convertidas en oportunidades que permitieron la domesticación de una diversidad de plantas y animales. En esta realidad las culturas antiguas desarrollaron tecnologías asombrosas de manejo de agua para crear nichos agrícolas sostenibles.

Desde este devenir histórico, la cosmovisión andina considera al agua como un ser vivo, proveedor de vida y un ser sagrado que proviene de Wiracocha, fecunda la Pachamama y permite la reproducción de la vida. Mientras que para la visión capitalista y sector financiero internacional el agua es un recurso estratégico para el control de la población y de aprovechamiento en términos de mercado, por lo que se vienen impulsando la privatización de este recurso.

La Región Junín, y específicamente el Valle del Mantaro no es ajeno a esta realidad por que en ella se concibe y logran convivir ambas concepciones que líneas arriba se señala.

El recurso agua que consumen los habitantes de la ciudad de Huancayo es originado en las partes altas, especialmente en el nevado de Huaytapallana, hecho que conlleva a considerar que el Valle del Mantaro es uno de los lugares del país más vulnerables al cambio climático y todo su ecosistema depende de los nevados del Huaytapallana, por lo que, al desaparecer estos, toda la actividad agrícola y comercial desaparecerá.

El Huaytapallana y los gobiernos locales

El nevado Huaytapallana en su devenir histórico siempre jugó un papel de jerarca, de respeto de patrón frente a la población, por lo que en algún momento a través de las lagunas que le circundan fue considerado como un peligro para la ciudad de Huancayo, hecho que permitió que uno de los alcaldes provinciales de la ciudad de Huancayo tuviera una actuación de deterioro frente a este recurso, desembalsando a una de las lagunas (Lazuntay) sin ninguna previsión técnica ni científica, hecho que actualmente viene pasando factura no solo al retroceso acelerado del nevado Huaytapallana sino también a la falta de agua en la ciudad de Huancayo.

Para resarcir este problema de deterioro ambiental generado, el Municipio invirtió en un proyecto de represamiento de la laguna, con la finalidad de recuperar el nivel del agua perdido, pero como podemos observar en la foto, ello ya fue imposible porque el espejo de agua ya no logra copar el estado original que tenía antes del desembalse.



Figura 2. Represamiento de la laguna Lasuntay, Huaytapallana.

Hoy en día la mayoría de las autoridades locales se encuentran preocupadas por esta problemática y hasta los candidatos vienen utilizando como parte de su campaña política con proyectos orientados a salvar al Huaytapallana, claro que se salvará al Huaytapallana pero al nevado es imposible porque ello a entrado a un proceso de extinción natural irreversible en donde a la humanidad solo le queda ayudar a prolongar su existencia y no a salvarlo para que siga existiendo como prometen.

Hacia un reencuentro con el Huaytapallana

Algunos pobladores entrevistados en la localidad de Acopalca manifestaban que el clima estos últimos tiempos se esta volviendo loco, y señalan que "el frío y el calor son insoportables ya no es como antes".

En estas condiciones de agonía donde el nevado enfrenta una enfermedad incurable lo que nos queda hacer a las instituciones públicas, privadas, organizaciones y pobladores en general tanto del nivel local, regional nacional e internacional es tomar conciencia de la real dimensión de esta problemática flagrante, que nos permita coadyuvar desde las instancias en que nos encontramos en prolongar la existencia del Huaytapallana rescatando conocimientos ancestrales y adecuando conocimientos modernos sin distinción alguna.

Los habitantes del Valle del Mantaro requieren del Nevado como fuente de agua, y para ello se propone algunos alcances para los diversos actores sociales para prolongar la estadía del

Nevado Huatapallana:

Primero.- El Gobierno Regional de Junín ha declarado al Huaytapallana como área de conservación regional, amparado en el sistema nacional de áreas protegidas y la ley orgánica de gobiernos regionales. Los Gobiernos locales también tienen la oportunidad de reservar los espacios naturales que contribuyan a la conservación y desarrollo local declarándolos como áreas de conservación municipal, de ello ya existen experiencias en más de 10 regiones, y la más resaltante está en San Martín.

Segundo.- Las instituciones públicas y privadas involucradas en este proceso tienen que jugar un papel importante referido a la puesta en valor de este recurso natural, que permita conocer la capacidad de carga que tiene y elabore un plan de manejo, que permita contar con un cronograma de fechas, horarios y cantidad de personas que puedan acceder a ella.

Tercero.- Las instituciones educativas como las universidades, institutos superiores así como los colegios profesionales están llamados a formar parte de este proceso desarrollando actividades de sensibilización y toma de conciencia de la población mayoritaria.

Cuarto.- El Gobierno Regional debe emitir una norma que permita el cumplimiento del plan de manejo ambiental involucrando a los gobiernos locales, quienes estarían a cargo de la reglamentación de las diversas actividades que se realizan en esta zona, fundamentalmente referido al fomento del turismo y curanderismo, así como la exigencia del cumplimiento de las normas referidas a la minería y el uso del agua.

INRENA. (2005). Las Áreas Naturales Protegidas del Perú. (J. Chaves Salas, & S. Sánchez Huamán, Edits.)

Ley Orgánica de Gobiernos regionales del Perú. (s.f.).

Mayer, E. (1994). SEPIA V. Perú Problema Agrario en Debate.

Rengifo, H., Acevedo, A., Aldana, M., & Calvo, E. (2007). Aproximaciones Diagnóstico y Propuesta de Políticas en Materia de Salud Ambiental. CIES y CARE. Obtenido de <http://cies.org.pe/files/active/1/ib24.pdf>

Sahua Zambrano, J. A. (2006). La doctrina secreta de los incas Centro de altos estudios andinos. Huancayo, Perú.

Silva Santisteban, F. (1997). Desarrollo Político en las sociedades de la Civilización Andina. Lima: Fondo de desarrollo editorial Universidad de Lima.

Tapia, M. (s.f.). Desarrollo Rural En El Perú: Los Diferentes Caminos Hacia La Sostenibilidad. Obtenido de http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload/79f2f33b9de89dd8d046ab46d37f0f0/Tapia_sepia_6.pdf

The Nature Conservancy. (2005). Participación Social en el Manejo de las Áreas Protegidas. USAID.

Tyler Miller, G. (2002). Introducción a la Ciencia Ambiental (5ta ed.). Madrid: THOMSON.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Huanacuni, M. F. (2010). Buen vivir y vivir bien. Filosofía, políticas, estrategias y experiencias regionales andinas Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas CAOI. Lima, Perú: Primera edición.

Retroceso glaciar del Nevado Huaytapallana como consecuencia del calentamiento global

Glacial retreat of the Nevado Huaytapallana as a consequence of global warming

Jacinto Arroyo Aliaga¹, Lourdes Artica Cosme²
¹ Instituto Geofísico del Perú, ² Universidad Continental

Recibido: 25 de julio de 2017; aprobado: 9 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

El Perú concentra el 71 % de los glaciares tropicales del mundo con 20 cordilleras identificadas con presencia de glaciares y 3 044 glaciares netos distribuidos en una superficie estimada de 1 958 km², todas ellas se encuentran en las cumbres de la cordillera de los Andes, cuyo deshielo genera cerca del 98 % de los recursos hídricos que escurren a la vertiente del Atlántico y menos 2 % a la vertiente del Pacífico que son comúnmente utilizados para el consumo humano y para las diversas actividades productivas, como la agricultura, la generación eléctrica, minería entre otras. Los glaciares son reservas sólidas de agua dulce en el Perú, sin embargo se ha perdido el 22 % de superficie glaciar en los últimos 35 años, tomando como referencia la superficie glaciar de 1 970 equivalente a 1 958 km² y comparado con los últimos registros del año 2 006 equivalente a 1 370 km², y con registros actualizados al 2 010 equivalente a 1 230 km² de superficie. Una estimación lineal indica que se perderán los glaciares por debajo de los 5 000 m s.n.m. pasado el 2015.

Palabras clave: Glaciar, cordillera, deshielo, recursos hídricos.

ABSTRACT

Peru concentrates 71 % of the world's tropical glaciers with 20 mountain ranges identified with the presence of glaciers and 3 044 net glaciers distributed over an estimated area of 1 958 km², all of them located on the summits of the Andes, whose melting generates about 98 % of the water resources that drain to the slope of the Atlantic and less 2 % to the slope of the Pacific that are commonly used for human consumption and for the various productive activities, such as agriculture, electricity generation, mining among others. Glaciers are solid reserves of fresh water in Peru, however, 22 % of the glacier surface has been lost in the last 35 years, taking as reference the glacier surface of 1 970 equivalent to 1 958 km² and compared with the last records of the year 2,006 equivalent to 1 370 km², and with records updated to 2 010 equivalent to 1 230 km² of surface area. A linear estimate indicates that glaciers will be lost below 5 000 m a.s.l. past 2015.

Keywords: Glacier, mountain range, thaw, water resources.

1* Ing. Agrónomo.
Correo: jarroyox@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Tal como ocurre en otras regiones climáticas, los glaciares tropicales son muy diversos. Algunos están constituidos por casquetes extendidos que cubren cumbres de montañas, como el nevado del Huascarán (Norte del Perú) y el nevado del Huaytapallana (Centro oriental del Perú) o el complejo volcánico del Coropuna en Arequipa (Sur del Perú) que se caracteriza por tener una extensión en forma de lenguas y no superan los 2-3 Km de longitud.

La gran mayoría de los glaciares terminan en un mismo rango altitudinal: entre 4 800 y 5 000 m.s.n.m. en las cordilleras del Perú. Esta altura corresponde más o menos a la posición anual de la isoterma 0°C, es decir, la línea que marca el área en donde la temperatura oscila alrededor del punto de congelación del agua.

En el trópico, la variación estacional de la línea isoterma no supera los 500 m durante el año. Este hecho hace que la ablación sea fuerte durante todo el año en las zonas bajas de los glaciares, limitando la extensión de las lenguas a baja altura. En las zonas de ablación de los glaciares (a poca distancia del frente), la fusión aumenta de arriba hacia abajo a una tasa de 1500 – 2000 mm equivalente en agua.

Fundamentos teóricos

Un glaciar es una masa de hielo que transforma agua sólida (nieve, granizo o escarcha) en hielo y la restituye en forma de vapor (evaporación o sublimación) o en forma líquida (agua escurrida por el torrente emisario). La relación entre estas ganancias y pérdidas de masa se conoce como el balance de masa de un glaciar.

Debido a que la acumulación neta es generalmente positiva en las partes altas de un glaciar (zona de acumulación), un exceso de carga produce flujos de hielo hacia la parte baja (zona de ablación). Este fenómeno se produce debido a que el hielo, desde un punto de vista mecánico, se comporta como un cuerpo viscoplástico que se deforma bajo el efecto de su propio peso.

El hielo acumulado en las partes bajas es sometido a una intensa ablación debido a la

fusión producida en la superficie. La fusión hace que el hielo desaparezca por el frente glaciar.

Este proceso de transferencia de hielo de la zona de acumulación hacia la zona de ablación del glaciar, está controlado por (i), el balance de masa, que representa el componente climático de la evolución de un glaciar; y (ii), por las características topográficas del glaciar (pendiente, morfología del lecho rocoso, presencia de agua a este nivel, etc.), que representa el componente dinámico del glaciar. Del segundo componente depende el tiempo de respuesta del glaciar a un cambio climático, el cual puede variar entre algunos años y más de un decenio.

Los estudios realizados por el IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo) de Francia, considera al glaciar como un objeto hidrológico cuya masa cambia a corto plazo en función de las características del clima. Estos estudios se enfocan en los siguientes aspectos:

- a) El balance de masa, que representa el equivalente en agua de lo que gana y de lo que pierde un glaciar en un tiempo determinado. Este indicador se obtiene a partir de mediciones repetidas, ya sea de manera directa (balance glaciológico) u indirecta (balance hidrológico).
- b) Los cambios de longitud, superficie y volumen ocurridos en el pasado: el desempeño de estos indicadores proporciona información sobre la respuesta de un glaciar a los cambios de masa acumulados. Para medir dichos cambios, se utiliza métodos geodésicos de terreno, análisis de topografías, áreas de imágenes satelitales, y reconstrucciones hechas en base a análisis geomorfológicos o de investigaciones históricas.
- c) La sensibilidad del glaciar al clima, que consiste en identificar las correlaciones entre la evolución de un glaciar y el clima. Estos análisis se basan en el estudio directo de los procesos ocurridos en la superficie del glaciar a partir de un balance energético. La sensibilidad también puede ser analizada a través de relaciones estadísticas entre balance de masa y diversas variables climatológicas medidas en estaciones o estimadas a través de modelos de circulación general.

Variaciones geométricas

La dinámica de un glaciar puede ser analizada estudiando el desplazamiento de las balizas que sirven para estimar el balance y su cambio de altura a partir de un punto fijo. Un balance neto positivo, por ejemplo, se refleja por un aumento de la velocidad y del espesor del glaciar.

La respuesta de un glaciar a un cambio de balance es variable. Esta depende de su tamaño, espesor, geometría del lecho rocoso, pendiente promedio, de la cantidad de agua entre el hielo y el lecho, y de la temperatura del hielo a nivel de lecho. Los glaciares que presentan una fuerte pendiente, amplias zonas de acumulación, hielo a temperatura de fusión y una geometría regular del lecho rocoso (cercana a un cilindro perfecto) son los que usualmente responden rápidamente a series sucesivas de balances positivos o negativos.

El movimiento del frente del glaciar en un año determinado (avance, retroceso o estabilidad) es el resultado del efecto combinado de la ablación producida en el frente y de la dinámica del glaciar. Esta última depende, a su vez, del efecto acumulado de los balances de los años precedentes y del espesor máximo del glaciar.

En el caso de glaciares de pequeño tamaño (inferiores a 1 km²), la extensión de las zonas de acumulación y de ablación varían cada año, por lo que es posible que durante ciertos años la superficie entera del glaciar se convierta en una zona de ablación o en una de acumulación. Dichos glaciares tienen una dinámica poco activa con una velocidad muy reducida.

Por otro lado, los glaciares más grandes pueden tardar entre cinco y diez años en responder a cambios del entorno. Esto quiere decir que el movimiento del frente de un glaciar durante un año determinado depende tanto del balance de masa en la zona de ablación durante ese mismo año, como del exceso o déficit acumulado en toda la superficie del glaciar durante los diez años anteriores. Esto explica porqué el análisis decenal de las variaciones en el frente de un glaciar (análisis de datos registrados durante periodos de diez años) ofrece valiosa información sobre la tendencia de la variación del clima.

El balance de masa

El balance de masa constituye la información básica más importante para el estudio de los glaciares: Es el cambio de masa (medido como un volumen de agua equivalente), ocurrido durante un periodo de tiempo, normalmente la duración del año hidrológico. El balance de masa anual se denota bajo su forma específica en mm w.e. a-1 (milímetros de agua equivalente por año). Son dos las principales variables a medir: la acumulación neta y la ablación.

- a) La acumulación neta es la cantidad de nieve y hielo acumulada a lo largo de un año hidrológico. Proporciona información acerca de la cantidad de precipitaciones sólidas recogidas por el glaciar durante un año hidrológico. Esta variable se estima abriendo un pozo o realizando una perforación en el glaciar y midiendo el espesor y la densidad del hielo. El resultado es un "perfil de densidad".
- b) La ablación es el resultado directo del balance energético a la superficie del glaciar (la suma de fusión y sublimación). Se mide entre meses o años a partir de balizas repartidas sobre la zona de medición.

MATERIAL Y MÉTODOS

- a) Método directo mediante pozos y balizas en diversos puntos del glaciar:

Se mide directamente en el terreno el cambio de masa del glaciar. Esta medición se lleva a cabo a partir de la instalación de una red de estacas (llamadas "balizas") en la mayor parte del glaciar. En la sección alta, donde generalmente la acumulación supera la ablación, se excavan pozos o se hacen perforaciones en donde se mide directamente la cantidad de nieve de hielo acumulada entre el inicio y el fin del año hidrológico. Posteriormente esta cantidad es convertida en su equivalente en agua.

El procesamiento de datos se lleva a cabo a través de tres etapas. La primera corresponde a la división del glaciar en rangos de altura que fluctúa generalmente entre 50 y 100 m (aunque en glaciares pequeños, los rangos

pueden ser de 25 m). En la segunda etapa, se calculan los valores medidos para cada rango. En el caso de que ninguna baliza haya sido instalada en un rango, los valores del balance son obtenidos por interpolación. Finalmente, el balance neto específico B_n , es el valor de balance ponderado por su superficie relativa utilizando la siguiente ecuación:

$$B_n = \sum B_i (s_i/S)$$

Donde B_i corresponde al balance de un rango de altura i , s_i la superficie del rango de altura y S a la superficie total del glaciar.

b) Métodos topográficos de terreno:

Este método consiste en realizar anualmente un levantamiento topográfico detallado del glaciar, con el objetivo de medir su superficie y contorno. Con los resultados de dichas mediciones se construye un "Modelo Digital de Terreno" que permite comparar las últimas mediciones con aquellas de años anteriores y así como calcular las pérdidas de área y volumen. Las pérdidas distribuidas sobre todo el glaciar y convertidas en equivalente agua proporcionan el balance de masa por rango de altura. Finalmente, se confecciona un mapa calculando las líneas de igual balance de masa.

Es importante destacar que este método se adapta mejor a glaciares de tamaños

pequeños o a aquellos en los cuales se efectúan medidas una vez cada varios años.

c) Métodos de restitución aerofotogramétrica:

La restitución aerofotogrametría permite estimar los cambios de superficie y de volumen de hielo a través del análisis de pares estereoscópicos compuestos por fotografías aéreas de fechas diferentes (generalmente varios años).

Algunas imágenes satelitales permiten llevar a cabo este tipo de análisis (ASTER, SPOT, ALOS). Sin embargo, el uso de este método para el estudio de los glaciares de montaña ubicados en los Andes Centrales está limitado en muchos casos por ser todavía, en vertical de más baja resolución que las fotografías aéreas.

d) Método indirecto del balance hidrológico:

Este método establece una comparación anual entre la cantidad de hielo acumulado por precipitaciones sólidas medidas o estimadas (P) y la ablación (evaporación y sublimación) medida o estimada (E). También se considera la fusión (R) medida directamente a través de una estación limnigráfica ubicado sobre el torrente emisario a poca distancia del glaciar. Luego, una primera aproximación del balance hidrológico (B_h) se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$B_h = P - R - E$$

Sin tomar en cuenta la sublimación, pero considerando el promedio de las precipitaciones colectadas por los pluviómetros (P), la superficie del glaciar (SG), el caudal

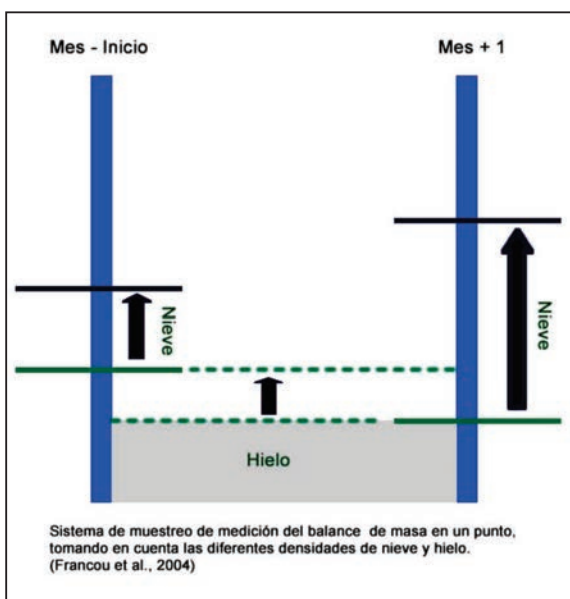


Figura 1. Medición del balance del agua.

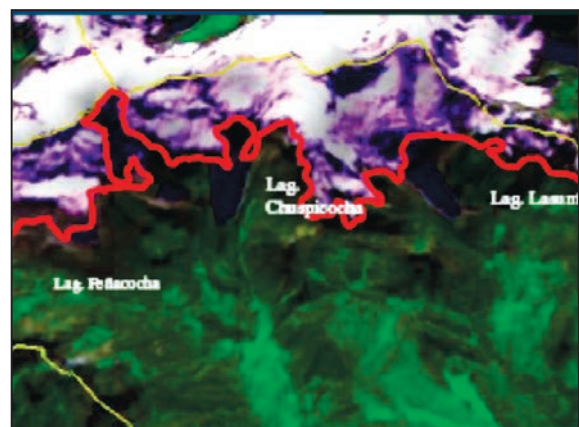


Figura 2. Imagen satelital 1,985.

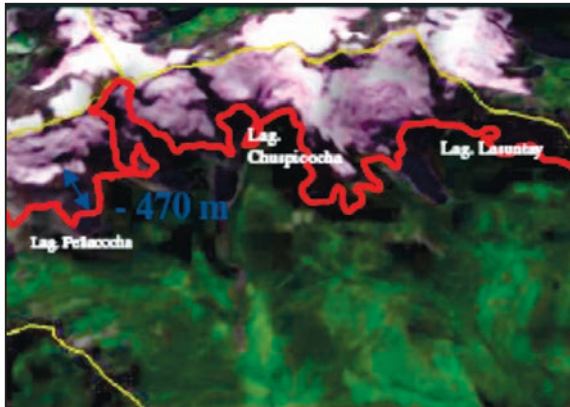


Figura 3. Imagen satelital 2 005.

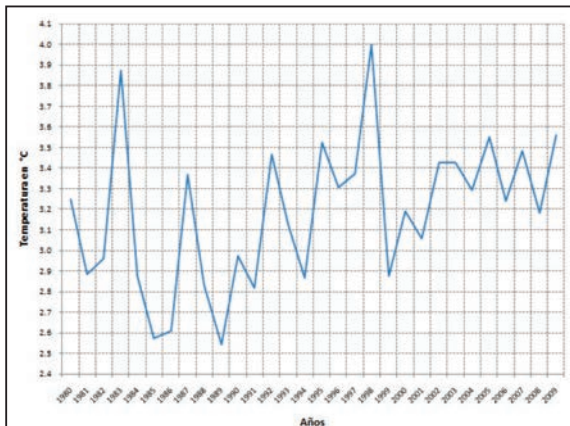


Figura 4. Distribución Multianual de temperatura del nevado del Huaytapallana.

de derretimiento (D), la superficie total de la cuenca donde se localiza (S) y el coeficiente de escurrimiento (ce), el balance hidrológico bh se puede obtener de la siguiente manera:

$$Bh = P - 1/SG [D - (S - SG) ce - P]$$

Cabe mencionar que estos diversos métodos para obtener el balance de masa deben ser

llevados a cabo paralelamente para poder validar y comparar los resultados.

e) Cálculo del balance de masa:

La ecuación básica del balance en un punto del glaciar entre dos periodos de medición db/dt se escribe de la siguiente manera:

$$db/dt = \rho dh/dt + \int d\rho/dt dz$$

donde ρ es la densidad del hielo de espesor h, que varía según el tiempo t.

El primer término de la ecuación representa el cambio de la masa de hielo (con densidad constante) durante un periodo de tiempo. El segundo término es el cambio de densidad de la columna de espesor z sobre el periodo de tiempo t.

Para extender el balance a todo el glaciar, se utilizan diversos puntos de medición (balizas, pozos, sondeos) distribuidos de acuerdo a una red bien definida. El principio básico consiste en ponderar el balance medido por el área del rango relativo del glaciar, según la siguiente expresión:

$$B_n = (1/S) [\sum (b_{n1}S_1 + b_{n2}S_2 + \dots + b_{nj}S_j)]$$

Donde B_n corresponde al balance neto específico del glaciar; S a su superficie total; b_{n1} b_{n2} b_{nj} al balance ponderado por el área S_j dentro de los rangos de altura (j) generalmente de 20, 50 o 100 m, según la amplitud altimétrica del glaciar.



Figura 5. Comparación del Pico Horn-Hellen del Nevado del Huaytapallana 1999-2010.

RESULTADOS

La morfología de los paisajes alrededor de la alta cordillera, así como en las otras grandes cordilleras del Perú, muestran la fuerte actividad de los glaciares en el Cuaternario, los poderosos valles glaciares de la cordillera blanca brinda el más perfecto ejemplo de este tipo y prueban el excepcional alcanzado por los glaciares del Pleistoceno al interior de la cordillera. Las morrenas antiguas son espectaculares por la masa de detritos que representa a la salida de las principales quebradas.

En las comparaciones de imágenes satelitales entre los años 1999 y 2010 se evidencia una pérdida de masa glacial en el Nevado Huaytapallana; de acuerdo a otros investigadores este proceso es irreversible y constituye un caso más entre los muchos que existen en el Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de prensa ambiental. Perú. (03 de Agosto de 2010). Obtenido de <http://www.inforegion.pe/portada/40060/nevado-huaytapallana-podria-desaparecer-en-15-anos-por-efectos-del-cambio-climatico/>

Jimdo web. (03 de Agosto de 2010). Obtenido de <http://huaytapallana.jimdo.com/>

Ministerio del Ambiente. Perú. . (03 de Agosto de 2010). Obtenido de http://www.minam.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&catid=1:noticias&id=475:ministro-del-ambiente-advierte-que-nevado-huaytapallana-podria-desaparecer-en-15-anos-si-continua-perdida-de-glaciares&Itemid=21

Sumaqperu. (03 de Agosto de 2010). Obtenido de www.wiki.sumaqperu.com/es/Nevado_de_Huaytapallana

Wikipedia. (03 de Agosto de 2010). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Nevado_de_Huaytapallana

Generación de mapa de número de curva con sistema de información geográfica

Generation of curve number map with geographical information system

Marcelo Portuguez Maurtua ¹, Carlos Verano Zelada ²

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú ² Autoridad Nacional del Agua, Perú

Recibido: 6 de setiembre de 2017; aprobado: 29 de setiembre de 2017; disponible en línea: 30 de enero de 2018

RESUMEN

El objetivo de este estudio es la generación de mapa temático de Número de Curva para el ámbito del territorio peruano, parámetro hidrológico utilizado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los EEUU para el cálculo de la escorrentía. La metodología se basa en la utilización de herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten trabajar con datos diversos como mapas de cobertura y uso, suelos y modelos digitales de elevaciones (MDE). Los mapas temáticos se obtuvieron mediante la aplicación de tablas de reclasificación y operaciones de superposición de las distintas capas de información de las que depende, obteniendo como resultado mapas raster de "Número de Curva", para condiciones normales, condiciones húmedas y condiciones secas, parámetros muy importantes en estudios hidrológicos.

Palabras clave: Numero de curva, Curva Numero, raster CN, CN del SCS.

ABSTRACT

The objective of this study is the generation of thematic map of Number of Curves for the territory of Peru, a hydrological parameter used by the US Soil Conservation Service (SCS) for the calculation of runoff. The methodology is based on the use of tools of the Geographic Information Systems (GIS), which allow to work with diverse data such as coverage and use maps, soils and digital elevation models (MDE). Thematic maps were obtained through the application of reclassification tables and overlapping operations of the different layers of information on which it depends, resulting in "Curve Number" raster maps for normal conditions, wet conditions and dry conditions, parameters Very important in hydrological studies.

Keywords: Curve Number, Curve Number, CN Raster, SCS CN.

* M. Sc. en Recursos Hídricos, Ing. Agrícola UNALM, Especialista en Sistema de Información Geográfica - Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Bogotá, Colombia- Docente de de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina. Correo: mportuguez@lamolina.edu.pe

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) nos permiten operar gran cantidad de información distribuida en el espacio con facilidad y rapidez, siendo de suma utilidad a la hora de su implementación en tareas como el proyecto y/o la investigación de temas relacionados con los recursos hídricos (Scuderi, 2006).

Un modelo hidrológico, busca representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de caudales en una determinada cuenca. Una parte importante del movimiento del agua viene determinada por la infiltración, que es el proceso por el que la precipitación se mueve hacia abajo a través de la superficie del suelo, aumentando la humedad del suelo, uno de los métodos más extendidos y experimentados de los modelos empíricos de infiltración es el del SCS.

Los métodos para estimar la escorrentía a partir de la precipitación tratan de descontar de la lluvia caída sobre una cuenca todas aquellas pérdidas que se deben a factores tales como la infiltración, la evapotranspiración, la intercepción y el almacenamiento superficial. El procedimiento más generalizado y fácil de adaptar a cualquier región es el método del Número de Curva (NC), desarrollado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales de EE.UU. (Natural Resources Conservation Service – NRCS), originalmente llamado Servicio de Conservación de Suelos (Soil Conservation Service - SCS) en 1950, para calcular la precipitación efectiva como una función de la lluvia acumulada, la cobertura del suelo, textura del suelo y las condiciones de humedad (NRCS, 2008). Es un método empírico para el cálculo de la transformación de lluvia-escorrentía, que surgió de la observación del fenómeno hidrológico en distintos tipos de suelo en varios estados y para distintas condiciones de humedad. Se observaron curvas al representarse en gráficos la profundidad de precipitación (P) y la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa (Pe). Para estandarizar estas curvas, se definió un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y de agua $CN = 100$; para superficies naturales $CN < 100$ y para superficie sin escurrimiento $CN = 0$. Los números de curva se aplican para condiciones

anteriores de humedad normales (Condición II); para condiciones secas (Condición I) o condiciones húmedas (Condición III), se calculan los números de curva equivalentes (Chow Ven, 1994).

Riccardi (2004) refiere que el método utiliza como parámetro básico el número de curva (CN) que representa las características medias del complejo hidrológico suelo-vegetación, estando relacionado con el estado de humedad del suelo, el uso del suelo y las prácticas de manejo. La metodología del número de la curva (NC) es la más empleada para transformar la precipitación total en precipitación efectiva. De esta manera se constituye en una herramienta de gran valor para realizar estudios hidrológicos en cuencas hidrográficas, fundamentalmente cuando hay una deficiencia de registros extensos y confiables. Esta metodología requiere del conocimiento del tipo y uso de suelo de la cuenca en estudio y registros pluviográficos (Chow Ven, 1994).

El objetivo es la generación del mapa temático de Número de Curva para el ámbito del territorio peruano en condiciones normales, condiciones húmedas y condiciones secas, siguiendo la metodología del Soil Conservation Service de los Estados Unidos.

Área de estudio

El Perú se localiza en el hemisferio Occidental con relación al Meridiano de Greenwich y en el hemisferio Sur en relación a la Línea Ecuatorial. Está ubicado en la parte central y occidental de América del Sur. Tiene una extensión de 1 285 215,60 km² que corresponde a 0,87 % de la superficie continental del planeta, el Perú se constituye en el decimonoveno país más grande del mundo, el sexto del continente americano y el tercer país más grande de América del Sur. Su localización en relación a las coordenadas geográficas es: entre los 0° 01' 48" y los 18° 21' 03" de latitud sur y los 68° 39' 27" y los 81° 19' 34' 05" de longitud oeste. El Perú es un país mega diverso, cuenta con 11 ecorregiones y 84 zonas de vida de las 117 que existen en el mundo. Posee una enorme multiplicidad de paisajes debido a sus condiciones geográficas, lo que a su vez le otorga una gran diversidad de recursos naturales. En su territorio se pueden identificar tres grandes regiones, que ha sido la forma tradicional de



Figura 1. Imagen satelital 1,985.

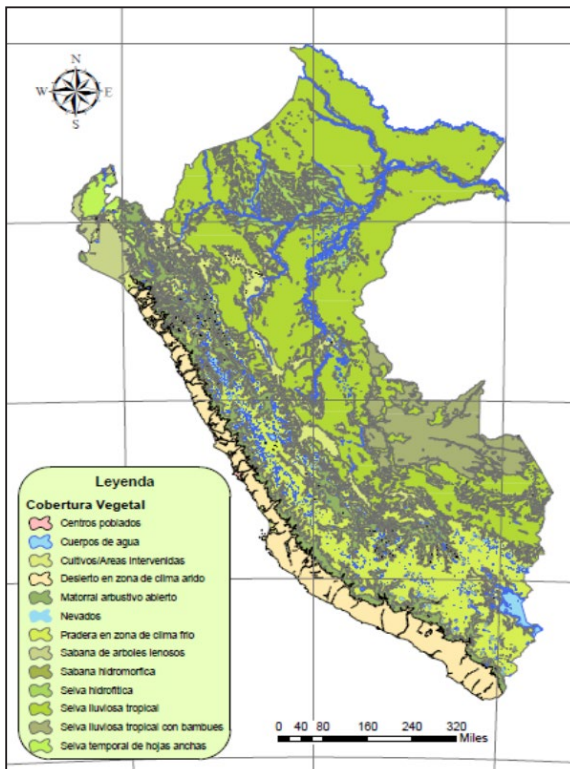


Figura 2: Mapa de cobertura vegetal.

dividirlo según sus altitudes: Costa, Sierra y Selva (MINAM, 2012).

Tabla 1
Información cartográfica

Información	Fuente	Escala	Formato
Cobertura y uso	Ministerio del Ambiente - Perú	1/100 000	Vector
Suelo	FAO UNESCO Shuttle Radar	1/5 000 000	Vector
Topografía	Topography Mission - SRTM	Resolución 90 m x 90 m	Raster

MATERIAL Y MÉTODOS

Información cartográfica

Mapa cobertura y uso

El MINAM (2012), como ente encargado de conducir el proceso de inventario y evaluación nacional integrada de los recursos naturales y de los servicios ambientales, elaboró el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú, el cual constituye una herramienta de gestión del patrimonio natural y a la vez de soporte en la implementación de la Política Nacional del Ambiente. Este mapa fue elaborado mediante el análisis visual de imágenes satelitales del año 2009, luego verificado en el terreno a nivel aéreo, terrestre y fluvial. La escala de interpretación o mapeo fue de 1/100 000, con un área mínima de mapeo de 25 ha y, excepcionalmente, de 5 ha en casos especiales.

El mapa de cobertura, (Figura 2) muestra la distribución y características generales de la florística y del terreno, de los diversos tipos de cobertura vegetal que cubren el país, como, por ejemplo, los bosques lluviosos de tierra firme y pantanosos (aguajales) de la Selva Baja, los bosques lluviosos de la Selva Alta, los bosques secos del noroeste, los bosques relictos andinos, los herbazales altoandinos (pajonales, bofedales), los matorrales andinos, entre otros.

Mapa de suelo

Se trabajó con información de la FAO y UNESCO a una escala de 1:5 000 000. Esta información es resultado de la colaboración de innumerables científicos de suelos en el mundo,

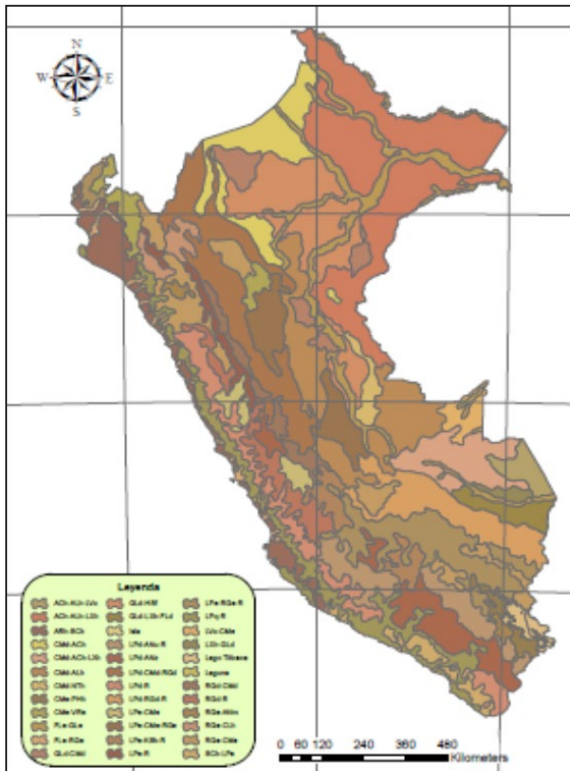


Figura 3. Mapa Temático de Suelo.

tras un esfuerzo de 20 años. Actualmente, el Mapa Mundial de Suelos ha permanecido como la única visión global de los recursos del suelo. La figura 3 presenta el mapa de tipos de suelo para Perú.

Modelo Digital de Elevaciones - MDE

La información de elevación a escala mundial se obtuvo desde la dirección electrónica <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> del SRTM, es un proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial, NGA, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA⁷. Su fin es obtener un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo entre 56° S a 60° N, de modo que genere una completa base de mapas topográficos digitales de alta resolución de la Tierra. Esta base cartográfica ha sido ampliamente utilizada en diferentes campos del conocimiento relacionados con la geomática al poderse descargar gratuitamente a través de Internet. Ver figura 4 Modelo Digital de Elevación.

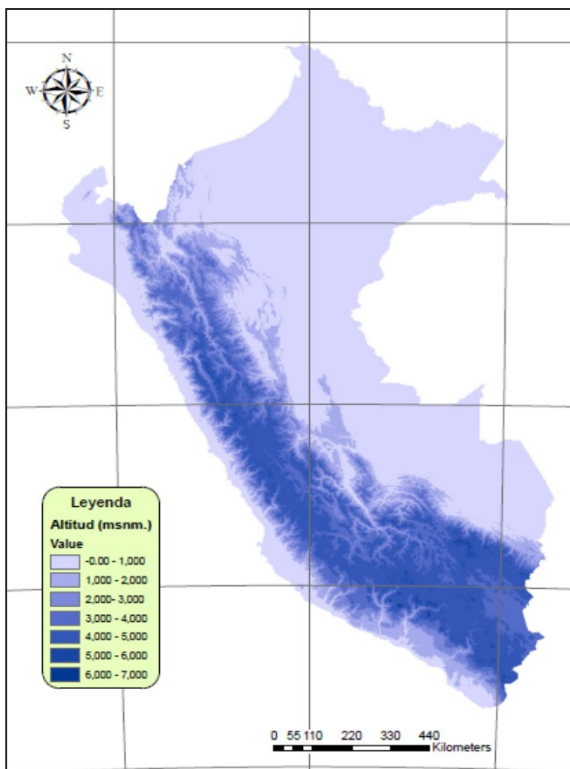


Figura 4. Modelo Digital de Elevación.

Tabla 2

Reclasificación de la cobertura y uso.

Descripción de coberturas	Código
Cuerpos de agua	1
Nevados	2
Centros poblados	3
Cultivos/Áreas intervenidas	4
Matorral arbustivo abierto	5
Pradera en zona de clima frío	6
Sabana de árboles leñosos	7
Sabana hidromórfica	8
Selva lluviosa tropical	9
Selva lluviosa tropical con bambúes	10
Selva temporal de hojas anchas	11
Selva hidrolítica	12
Desierto en zona de clima árido	13

Reclasificación de los mapas temáticos

Cobertura y uso

A cada descripción de las coberturas se le debe asignar un código de clasificación, como se muestra en la tabla 2.

Suelo

De acuerdo a la descripción de suelo dado por

Tabla 3
Grupo hidrológico según descripción del suelo.

Descripción de suelos	Simbología	Grupo hidrológico
Acrisol háplico - Alisol háplico - Lixisol háplico	ACh-ALh-LXh	C
Acrisol háplico - Alisol háplico - Luvisol crómico	ACh-ALh-LVx	C
Arenosol háplico - Solonchak háplico	ARh-SCh	A
Cambisol déstrico - Acrisol háplico	CMd-ACh	C
Cambisol déstrico - Acrisol háplico - Lixisol háplico	CMd-ACh-LXh	C
Cambisol déstrico - Alisol háplico	CMd-ALh	C
Cambisol déstrico - Nitisol háplico	CMd-NTh	C
Cambisol éutrico - Phaeozem háplico	CMe-PHh	B
Cambisol éutrico - Vertisol éutrico	CMe-VRe	C
Fluvisol éutrico - Gleysol éutrico	FLe-GLe	B
Fluvisol éutrico - Regosol éutrico	FLe-RGe	B
Gleysol déstrico - Cambisol déstrico	GLd-CMd	B
Gleysol déstrico - Histosol fibrico	GLd-HSf	D
Gleysol déstrico - Lixisol háplico - Fluvisol déstrico	GLd-LXh-FLd	A
Leptosol déstrico - Afloramiento lítico	LPd-R	B
Leptosol déstrico - Andosol -mbrico - Afloramiento lítico	LPd-ANu-R	B
Leptosol déstrico - Andosol vítrico	LPd-ANz	B
Leptosol déstrico - Cambisol déstrico - Regosol déstrico	LPd-CMd-RGd	B
Leptosol déstrico - Regosol déstrico - Afloramiento lítico	LPd-RGd-R	B
Leptosol éutrico - Afloramiento lítico	LPe-R	B
Leptosol éutrico - Cambisol éutrico	LPe-CMe	C
Leptosol éutrico - Cambisol éutrico - Regosol éutrico	LPe-CMe-RGe	B
Leptosol éutrico - Kastanozem háplico - Afloramiento lítico	LPe-KSh-R	B
Leptosol éutrico - Regosol éutrico - Afloramiento lítico	LPe-RGe-R	B
Leptosol lítico - Afloramiento lítico	LPq-R	B
Lixisol háplico - Gleysol déstrico	LXh-GLd	B
Luvisol crómico - Cambisol éutrico	LVx-CMe	C
Regosol déstrico - Afloramiento lítico	RGd-R	B
Regosol déstrico - Cambisol déstrico	RGd-CMd	C
Regosol éutrico - Andosol móllico	RGe-ANm	C
Regosol éutrico - Calcisol háplico	RGe-CLh	C
Regosol éutrico - Cambisol éutrico	RGe-CMe	C
Solonchak háplico - Leptosol éutrico	SCh-LPe	A

la FAO, se identifica a que grupo hidrológico de suelo pertenece, se muestra en la tabla 3.

Características de los grupos hidrológicos de suelo

Las características de los suelos se describen a continuación (Chow Ven, 1994):

- a. En ellos el agua se infiltra rápidamente, aun cuando estén muy húmedos. Profundos y de texturas gruesas (arenosas o areno-limosas), están excesivamente drenados.
- b. Cuando están muy húmedos tienen una capacidad de infiltración moderada. La profundidad de suelo es de media a profunda y su textura es franco-arenosa, franca, francoarcillosa o franco-limosa. Están bien o moderadamente drenados.

- c. Cuando están muy húmedos la infiltración es lenta. La profundidad de suelo es inferior a la media y su textura es franco-arcillosa, francoarcillo- limosa o arcillo-arenosa. Son suelos imperfectamente drenados.
- d. Cuando están muy húmedos la infiltración es muy lenta. Tienen horizontes de arcilla en la superficie o próximos a ella y están pobremente o muy pobremente drenados. También se incluyen aquí los terrenos con nivel freático permanentemente alto y suelos de poco espesor (litosuelos).

En la tabla 4, se muestra el valor de Numero de Curva según grupo hidrológico de suelo a la que pertenecen.

Tabla 4
Números de curva para distintas condiciones hidrológicas.

Uso del suelo o cobertura	Sistema de laboreo	Condición hidrológica para infiltración	Grupo hidrológico del suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	Líneas	Mala	77	86	91	94
	Líneas	Mala	72	81	88	91
Cultivos en línea	Líneas	Buena	67	78	85	89
	En contorno	Mala	70	79	84	88
	En contorno	Buena	66	75	82	86
	En contorno/ terrazas	Mala	66	74	80	82
Cultivos densos	En contorno/ terrazas	Buena	62	71	78	81
	Líneas	Mala	65	76	84	88
	Líneas	Buena	63	75	83	87
	En contorno	Mala	63	74	82	85
	En contorno	Buena	61	73	81	84
Forrajeras y leguminosas pasturas en rotación	En contorno/ terrazas	Mala	61	72	79	82
	En contorno/ terrazas	Buena	59	70	78	81
	Líneas	Mala	66	77	85	89
	Líneas	Buena	58	72	81	85
	En contorno	Mala	64	75	83	85
Pastura natural	En contorno	Buena	55	69	78	83
	En contorno/ terrazas	Mala	63	73	80	83
	En contorno/ terrazas	Buena	51	67	76	80
		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
Praderas Bosques		Buena	39	61	74	80
	En contorno	Mala	47	67	81	88
	En contorno	Regular	25	59	75	83
	En contorno	Buena	6	35	70	79
	Buena	30	58	71	78	
	Mala	45	66	77	83	
	Regular	36	60	73	79	

Fuente: Chow et al.

Tabla 5
Valores de los grupos hidrológicos usado en el modelo.

Descripción del uso del suelo	Grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Cuerpos de agua	100	100	100	100
Nevados	98	98	98	98
Centros poblados	77	85	90	92
Cultivos/Áreas intervenidas	62	71	78	81
Matorral arbustivo abierto	45	66	77	83
Pradera en zona de clima frío	68	79	86	89
Sabana de árboles leñosos	45	66	77	83
Sabana hidromorfica	25	55	70	77
Selva lluviosa tropical	25	55	70	77
Selva lluviosa tropical con bambúes	25	55	70	77
Selva temporal de hojas anchas	25	55	70	77
Selva hidrolítica	39	61	74	80
Desierto en zona de clima árido	72	81	88	91

Adaptación de los valores de Numero de Curva al modelo

En base de valores de los grupos hidrológicos³, se elaboró la tabla 5, información que se ingresara al modelo para la generación de los mapas de Número de Curva.

Modelo conceptual

El modelo conceptual contempla los factores que intervienen en la generación espacial de Numero de Curva, ver figura 5.

Procedimiento para la generación de raster CN

Para la generación del raster de Número de Curva

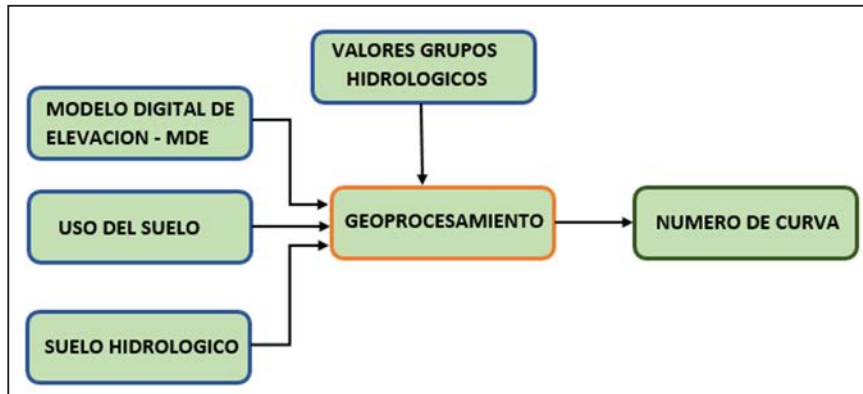


Figura 5. Modelo Conceptual.

(CN) (Venkatesh, 2007), se utilizó la extensión HEC-geoHMS para ArcGIS, el procedimiento es el siguiente:

- Con la extensión HEC –geoHMS, se debe corregir las celdas nulas o erradas del Modelo Digital de Elevación - MDE, este procedimiento es necesario realizar y eliminar cualquier error en las celdas, se usa la opción fil.
- Desde la información temática de cobertura vegetal y de suelos, se debe de acondicionar la información temática de acuerdo a las clasificaciones indicada en las tablas 2 y 3, en seguida se realiza la superposición grafica utilizando la herramienta Unión, generando un nuevo mapa en formato vectorial. En este proceso en el campo FID se crearán valores -1, esto debe ser eliminado por ser valores no intersectado.
- Utilizando la herramienta HEC-geoHMS, desde el menú Utility cargar Generate CN GRID, aparece la ventana de trabajo, en él se debe carga el MDE corregido, la información vectorial producto de la unión (mapa de cobertura vegetal y suelos), y la Tabla 5 (valores de los grupos hidrológicos), requerido para la generación espacial Numero de Curva en condiciones normales.
- Para la generación del Numero de curva para las condiciones húmedas y secas, esto se realiza en base al de condiciones normales,

$$CN(I) = \frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)} \quad (1)$$

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \quad (2)$$

utilizando la herramienta mapa de algebra e ingresando las formulas 1 y 2.

RESULTADOS

Condición de humedad antecedente, un factor importante a tener en cuenta en estas curvas son las condiciones antecedentes de humedad (Antecedent Moisture Conditions), las cuales se agrupan en tres condiciones básicas: condiciones secas (AMC I), condiciones normales (AMC II) y

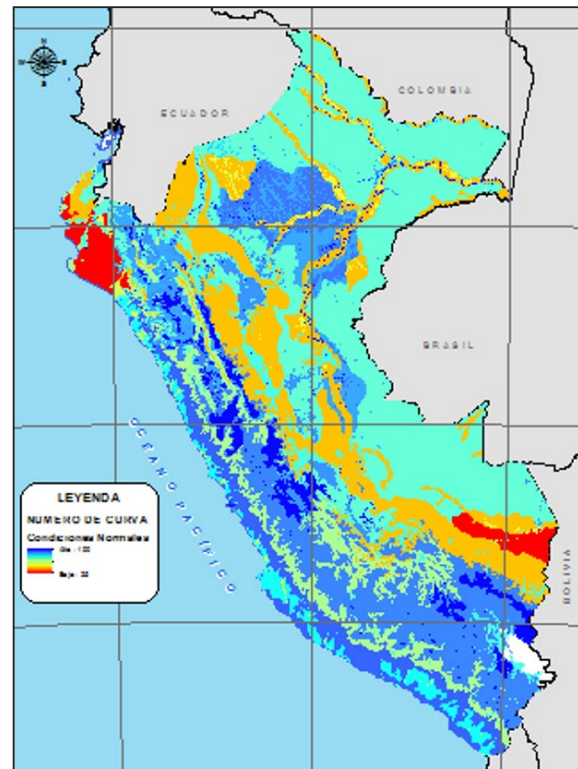


Figura 6. Mapa Numero de Curva – Condiciones normales.

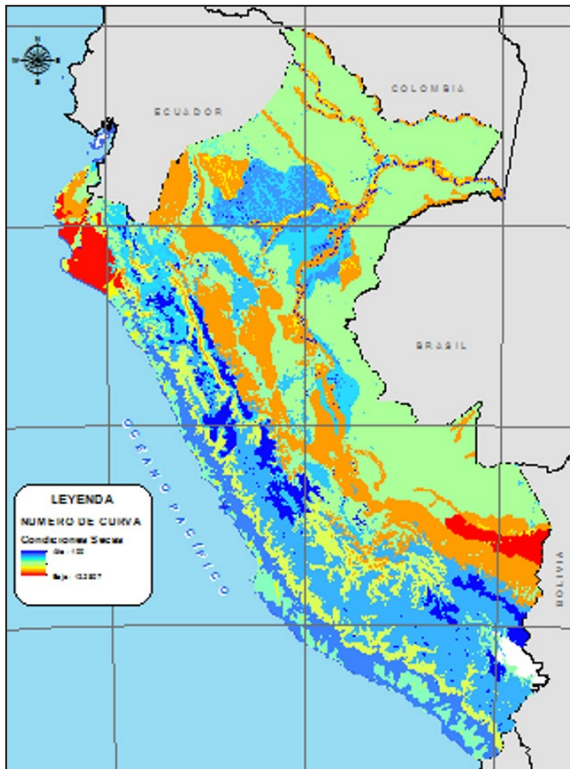


Figura 7. Mapa Numero de curva – Condiciones secas.

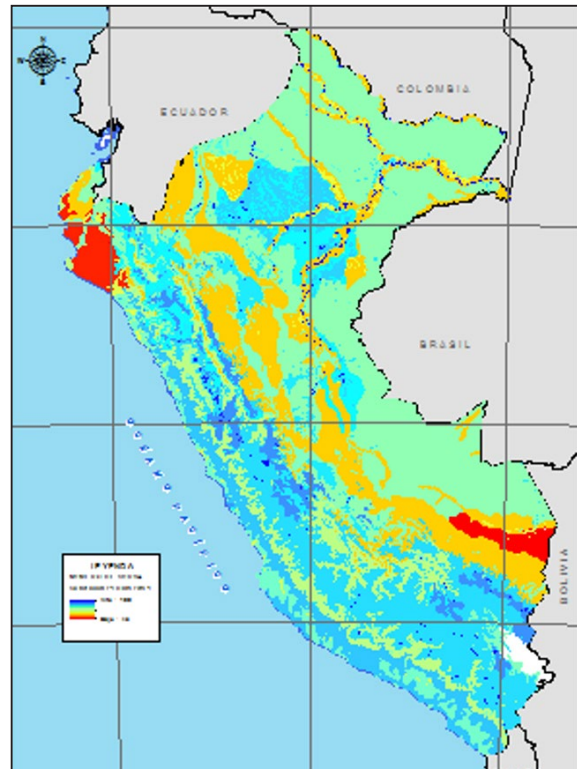


Figura 8. Mapa Numero de Curva – Condiciones Húmedas.

condiciones húmedas (AMC III). Los números de curva se aplican para condiciones antecedentes de humedad normales, y se establecen las siguientes relaciones para las otras dos condiciones aplicando la ecuación (1) y ecuación (2) para condiciones secas y condiciones húmedas respectivamente (Chow Ven, 1994).

Para generar el mapa de Numero de Curva en condiciones normales, se realizó el análisis de geoprocesamiento, como resultado se tiene la distribución espacial de los valores de Número de Curva para condiciones Normales, ver figura 6.

A partir del Mapa de Numero de Curva en condiciones normales y aplicando la relación (1) y con la herramienta de Algebra de Mapas se genera Mapa de Numero de Curvas para condiciones secas (Figura 7).

De modo similar que lo anterior, a partir del Mapa de Numero de Curva en condiciones normales y aplicando la relación (2) y con la herramienta de Algebra de Mapas se genera Mapa de Numero de Curvas para condiciones húmedas, (Figura 8).

DISCUSIÓN

La información temática de Cobertura y uso, del total de las descripciones de cobertura en todo el ámbito del país, se agruparon en 13 clases, y a cada clase se le asignó un valor, este va desde el 1 hasta el 13 (Tabla 2). De acuerdo a las características de los suelos según su descripción se le asignó al grupo hidrológico a la cual pertenece, se muestra el resultado en el Tabla 3.

El Tabla 4 muestra los valores de número de curva para distintas condiciones hidrológicas (fuente USBR), y en base a esta información se le asignaron valores del uso del suelo según grupo hidrológico para nuestro mapa temático, se muestra los valores en el Tabla 5.

Al realizar el geoprocesamiento espacial para generar el mapa de Numero de Curva, la información final de salida es un raster, la cual en cada celda se tiene cuantificado el valor de CN en condiciones normales, los valores van desde 25 hasta 100.

A partir de Mapa Numero de Curva que se generó inicialmente (Condiciones Normales), y utilizando las ecuaciones CN(I) y CN(III), y

utilizando las herramientas de álgebra de mapas se generaron los mapas Número de Curva para condiciones Secas y Húmedas.

Los valores de Número de Curva para condiciones normales varían desde 25 hasta 100, para condiciones secas de 12 a 100 y para condiciones húmedas de 43 a 100, son valores adimensionales.

Estudio realizado como Scuderi (2006), ha estimado número de curva utilizando imágenes de satélite, mediante la clasificación digital para la generación de mapa de cobertura y uso, una variable muy importante e influyente. Montserrat ¹⁰ ha utilizado tablas reclasificadas y operación de superposición de las distintas capas de información; metodología que utiliza las herramientas SIG en su proceso, una ventaja que presenta la metodología propuesta es que la actualización de los mapas del número de curva es mucho más rápida y económica puesto que supone únicamente cambiar los datos de algún mapa de variables (normalmente el de usos del suelo) y generar de nuevo el mapa de CN, metodología similar aplicado en este estudio con la gran diferencia a una menor escala.

La generación del Mapa de Numero de Curva, está en función de los mapas temáticos de Cobertura, Suelo y Modelo Digital de Elevación, el mapa de cobertura es una de las variables más vulnerables, ya que tiene que ver con las actividades que el hombre realiza en su actividad diaria, y estos cambios de uso altera directamente a los valores adimensional de Numero de Curva que se hayan generado, motivo por lo cual se recomienda que en todo estudio hidrológico sean ajustados estos valores. En estudios hidrológicos, estos valores obtenidos (Numero de Curva) serán data de inicio, al utilizarlo en modelos hidrológicos Precipitación – escorrentía, en la fase de calibración estos valores deben ser ajustados.

Bauwe et al (2016), Petroselli et al (2013), realizaron evaluaciones hidrológicas en cuencas empleando la metodología del número de curva, juntamente a otros modelos, obteniendo buenos resultados mediante la aplicación del método de número de curva.

En conclusión, con información de mapas

temáticos de cobertura y uso, mapa temático de suelo y Modelo Digital de Elevación, y en base a valores para cada grupo hidrológico de suelos teóricos, se espacializó el Numero de Curva a escala nacional, que es un insumo importante en modelos hidrológicos de Precipitación – escorrentía. La resolución espacial del Mapa de Numero de Curva es de 30 metros, a cada celda le corresponde un valor adimensional.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Oficina del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauwe, A., Kahl, P., & Lennartz, B. (2016). Hydrologic evaluation of the curve number and Green and Ampt infiltration methods by applying Hooghoudt and Kirkham tile drain equations using SWAT. *Journal of Hydrology*.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrología Aplicada*. 584. Bogotá: McGraw Hill Interamericana S.A.
- MINAM - Ministerio del Ambiente - Memoria descriptiva Mapa de Cobertura Vegetal del Perú. (Agosto de 2012).
- Misión Topográfica Shuttle Radar (SRTM - Shuttle Radar Topography Mission). (febrero de 2000).
- Montserrat, F., Rodríguez, J., & Estrela, T. (1995). Generación automática del número de curva con sistemas de información geográfica. Universidad Politécnica de Valencia. Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, MOPTMA.
- Natural Resources Conservation Service (NRCS). *National Engineering Handbook*. (2008). 630. Washington D.C.: Hydrology; U.S. Department of Agriculture.
- Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas (FAO). (1974). *Bases de Datos Globales del Suelo*.

- Petroselli , A., Grimaldi , S., & Romano , N. (2013). Curve-Number/Green-Ampt mixed procedure for net rainfall estimation: a case study of the Mignone watershed, IT. . 19, 113 – 121. Procedia Environmental Sciences .
- Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya- Universidad Mayor de San Simón. (2009). Bolivia: Guía para la descripción de Suelos – Roma.
- Riccardi, G. (2004). Hidrología en Medios Antropizados. Argentina: CURIHAM, FCEIAUNR Universidad Nacional de Rosario.
- Scuderi , C., & Stenta , H. (2006). Estimación del Número de Curva (CN) A Partir de la Interpretación de Imágenes Satelitales en la Cuenca del A Ludueña, . 12, 15- 23. Santa Fe , Argentina: Cuadernos del Curiham.
- Venkatesh Merwade. (2007). Creating SCS Curve Number Grid using HEC-GeoHMS . Purdue University.

Instrucciones para los autores

Para su publicación el trabajo a presentar debe ser original o inédito y pueden ser: artículos originales, artículos de revisión, comunicación corta, reporte de casos, cartas al editor u otros documentos académico científicos de la temática ecológica.

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 12 páginas; los artículos de revisión deben lograr resumir, analizar, evaluar o sintetizar información ya publicada, máximo 10 páginas; las comunicaciones cortas, máximo 6 páginas; reporte de casos, máximo 8 páginas; y carta al editor, máximo 4 páginas.

Los trabajos deben tener la siguiente estructura:

Artículo original

1. Título en español: debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras, no incluir fórmulas o abreviaturas.
2. Título en inglés.
3. Autor(es) y filiación institucional: nombres, apellido paterno y materno; y la institución donde se realizó la investigación. En el pie de página incluir el grado académico, cargo que desempeña en la institución donde trabaja y correo electrónico del autor para correspondencia o investigador principal. 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 230 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. Máximo 8 tablas y/o figuras.
9. Discusión: explica los resultados y compara con los resultados de los autores consultados. Incluir las conclusiones al final de esta sección.
10. Agradecimientos (opcional).
11. Referencias bibliográficas: de acuerdo con el estilo APA, ordenadas alfabéticamente. De 10 a 30 referencias con datos completos de acuerdo al tipo de fuente (libro, artículo científico, tesis, etc.)

Artículo de revisión

1. Título en español: debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras, no incluir fórmulas o abreviaturas.
2. Título en inglés.
3. Autor(es) y filiación institucional: nombres, apellido paterno y materno; y la institución donde se realizó la investigación. En el pie de página incluir el grado académico, cargo que desempeña en la institución donde trabaja y correo electrónico del autor para correspondencia o investigador principal. 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 230 palabras. Las palabras clave, mínimo 3, máximo 10.
5. Abstract con keywords.
6. Introducción.
7. Cuerpo del documento.
8. Conclusiones.
9. Referencias bibliográficas: de acuerdo con el estilo APA, ordenadas alfabéticamente. De 10 a 30 referencias con datos completos de acuerdo al tipo de fuente (libro, artículo científico, tesis, etc.)

Comunicación corta

1. Título en español: debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras, no incluir fórmulas o abreviaturas.

2. Título en inglés.
3. Autor(es) y filiación institucional: nombres, apellido paterno y materno; y la institución donde se realizó la investigación. En el pie de página incluir el grado académico, cargo que desempeña en la institución donde trabaja y correo electrónico del autor para correspondencia o investigador principal. 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 230 palabras. Las palabras clave, mínimo 3, máximo 10.
5. Abstract con keywords.
6. Introducción.
7. Cuerpo del documento.
8. Discusión.
9. Referencias bibliográficas: de acuerdo con el estilo APA, ordenadas alfabéticamente. De 10 a 20 referencias con datos completos de acuerdo al tipo de fuente (libro, artículo científico, tesis, etc.)

Reporte de caso

1. Título en español: debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras, no incluir fórmulas o abreviaturas.
2. Título en inglés.
3. Autor(es) y filiación institucional: nombres, apellido paterno y materno; y la institución donde se realizó la investigación. En el pie de página incluir el grado académico, cargo que desempeña en la institución donde trabaja y correo electrónico del autor para correspondencia o investigador principal. 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 230 palabras. Las palabras clave, mínimo 3, máximo 10.
5. Abstract con keywords.
6. Introducción.
7. Presentación del caso.
8. Discusión y conclusiones
9. Referencias bibliográficas: de acuerdo con el estilo APA, ordenadas alfabéticamente. De 10 a 20 referencias con datos completos de acuerdo al tipo de fuente (libro, artículo científico, tesis, etc.)

Carta al editor

1. Título en español: debe ser conciso pero informativo, se recomienda máximo 20 palabras, no incluir fórmulas o abreviaturas.
2. Título en inglés.
3. Autor(es) y filiación institucional: nombres, apellido paterno y materno; y la institución donde se realizó la investigación. En el pie de página incluir el grado académico, cargo que desempeña en la institución donde trabaja y correo electrónico del autor para correspondencia o investigador principal. En caso de ser varios autores el orden debe ser de acuerdo con la contribución realizada.
4. Inicio mencionando la razón objetivo de la carta; si fuera necesario, solo una tabla o una figura.
5. Razón del planteamiento de la opinión.
6. Discusión de resultados y/o recomendaciones.
7. Referencias bibliográficas: de acuerdo al estilo APA, no más de seis referencias bibliográficas ordenadas alfabéticamente.

Redacción

- 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 figuras deberán estar en formato JPG, con una resolución igual o mayor a 3 megapíxeles o 600 dpi, las mismas que deben ser enviadas conjuntamente con el artículo. Se consideran como figuras los dibujos, mapas, fotografías, diagramas, gráficos estadísticos, esquemas o cualquier ilustración que no sea tabla.
- Las tablas deben tener solo líneas horizontales para separar el encabezado del cuerpo de la tabla, ningún caso deben incluir líneas verticales. Las tablas deben tener la leyenda en la parte superior, y las figuras en la parte inferior, con numeración arábiga.
- Las citas que figuran en el texto son de tipo nombre y fecha, ejemplo (Bulege, 2017); y se colocará en las referencias bibliográficas ordenadas alfabéticamente.
- La numeración y unidades de medida deben ser expresadas de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Arbitraje

- Los artículos en formato digital se recepcionarán en la dirección electrónica: natsoc@openscience.pe, se debe adjuntar una Declaración Jurada de Autoría, formato descargable del sitio web <http://www.openscience.pe/docs/ns-deju.pdf>
- 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 simple ciego (peer review single blind). El proceso de dictamen es anónimo, al menos por parte de los árbitros.
- Los autores recibirán una comunicación en un tiempo no mayor a 15 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. Los autores no están obligados a realizar pago alguno por el envío o publicación de sus artículos.

Aspectos éticos

La revista *Naturaleza y Sociedad* se ciñe a los estándares de ética vigentes en la investigación y publicación científica, ya sea durante el proceso de revisión o posterior a ello; se procederá a seguir las recomendaciones del Committee on Publication Ethics (www.publicationethics.org).

Las formas más usuales de faltas éticas en las publicaciones son: plagio, autoría honoraria o ficticia, manipulación de datos e intento de publicación duplicada o redundante.

En caso de existir alguna duda y/o controversia al respecto, estas serán evaluadas y solucionadas

por el Comité Editor de la revista, según lo señalado en las siguientes normas y organismos internacionales: Declaración de Helsinki 2013, Organización Mundial de la Salud OMS, The Council for International Organization of Medical Science – CIOMS, American College of Epidemiology Ethics Guidelines, Health Research Ethics Authority – Canada.

Descargo de responsabilidad

La publicación de artículos en la revista *Naturaleza y Sociedad*, en sus diferentes secciones; no significa que necesariamente, el Comité Editorial se solidarice con las opiniones vertidas por el o los autores.



Nevado Huaytapallana, Huancayo, Junín, Perú