

Calidad bacteriológica del agua de los manantiales termales del balneario

“Santa Ana” Cantón Baños, Tungurahua, Ecuador

Bacteriological quality of the water of the thermal springs of the spa “Santa Ana”

Cantón Baños, Tungurahua, Ecuador

Félix Andueza*, María José Aguirre*, Susana Arciniegas*, Yonathan Parra*, Sandra Escobar*,
Gerardo Medina****, Judith Araque****

Resumen

La presencia de manantiales de aguas termales en Ecuador se encuentra en relación con el gran número de volcanes que existen en esta zona del mundo, los mismos que se han venido utilizando desde épocas remotas de una manera empírica como medicamentos por las diferentes etnias que habitan esta zona, y en los últimos años se han convertido en un atractivo polo turístico que atrae personas de distintas partes del Ecuador y del mundo. Sin embargo, en la mayoría de estos ecosistemas acuáticos se desconoce cuál es la calidad bacteriológica de sus aguas. Es por ello por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad bacteriológica del agua termal del Balneario Santa Ana, ubicado en el Cantón Baños de la Provincia de Tungurahua, Ecuador. Se tomaron muestras de agua de 1 litro por triplicado en cada uno de los 3 sitios seleccionados dentro del balneario. Los muestreos se realizaron durante 3 ocasiones durante el año 2017. Para la toma y transporte de las muestras se siguieron las normas ecuatorianas INEN 2 176-98 y INEN 2 169-98. Para la determinación de la calidad bacteriológica de las aguas se cuantificó el número de bacterias heterótrofas, número de bacterias coliformes y presencia de bacterias del género *Pseudomonas*, según la metodología indicada por APHA (2005) y 3M (2009). Los resultados obtenidos indican que, en el agua proveniente de la fuente, la cantidad de bacterias heterótrofas promedio fue de $7,97 \times 10^2$ UFC/ml, en el reservorio de agua del balneario, de $2,95 \times 10^2$ UFC/ml y en la piscina termal, de $5,71 \times 10^2$ UFC/ml. Lo que implica un valor promedio en el balneario de $3,15 \times 10^2$ UFC/ml. En cuanto al resultado en el conteo de coliformes totales y *Escherichia coli*, se observó que en la fuente se obtuvo una cantidad promedio de $3,2 \times 10^2$ UFC/ml, en el reservorio no se reportaron coliformes y en la piscina fue de $1,08 \times 10^2$ UFC/ml. Lo que indica un valor promedio en el balneario de $4,7 \times 10^2$ UFC/ml. En ninguno de los sitios estudiados se detectó la presencia de *Escherichia coli*. Por último, el resultado del conteo promedio de *Pseudomonas* fue de $3,30 \times 10^2$ UFC/ml en la fuente, $3,30 \times 10^2$ UFC/ml en el reservorio y $2,00 \times 10^2$ UFC/ml en la piscina. Lo que da un valor promedio en el balneario de $2,80 \times 10^2$ UFC/ml. En base a los resultados obtenidos se puede decir que existe una población bacteriana escasa en el balneario analizado y una buena protección de sus acuíferos en la época que se realizó el estudio.

Palabras Claves: calidad bacteriológica, agua termal, microbiología manantial

* Docente. Escuela de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleo y Ambiental (FIGEMPA). Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. Email: fdandueza@uce.edu.ec

** Docente. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba. Ecuador.

***Docente de Postgrado de Química de Medicamentos. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de los Andes. Mérida. Venezuela.

Abstract

The presence of thermal springs in Ecuador is related to the large number of volcanoes that exist in this area of the world, they have been used since remote times in an empirical way as medicines by the different ethnic groups that inhabit this area, and in recent years have become an attractive tourist attraction for people from different parts of Ecuador and the world. However, in most of these aquatic ecosystems, the bacteriological quality of their waters is unknown. That is why the objective of this work was to determine the bacteriological quality of the thermal water of the Santa Ana Spa, located in the Canton Baños of the Province of Tungurahua, Ecuador. Water samples of 1 liter were taken in triplicate at each of the 3 selected sites within the spa. The samplings were carried out 3 times during the year 2017. For taking and transporting the samples, the Ecuadorian norms INEN 2 176-98 and INEN 2 169-98 were followed. To determine the bacteriological quality of the waters, the number of heterotrophic bacteria, the number of coliform bacteria and the presence of bacteria of the genus *Pseudomonas* were quantified, according to the methodology indicated by APHA (2005) and 3M (2009). The results obtained indicate that at the source of water the average number of heterotrophic bacteria was 7.97×10^2 CFU / ml, 2.95×10^2 CFU / ml in the reservoir and 5.71×10^2 CFU / ml in the pool. This implies an average value in the spa of 3.15×10^2 CFU / ml. Regarding the result in the counting of total coliforms and *Escherichia coli*, it is observed that an average amount of 3.2×10^2 CFU / ml was obtained in the source, in the reservoir no coliforms were reported, and, in the pool, it was 1.08×10^2 CFU / ml. This indicates an average value of the spa of 4.7×10^2 CFU / ml. In none of the studied sites the presence of *Escherichia coli* was detected. Finally, the result of the average *Pseudomonas* count was 3.30×10^2 CFU / ml at the source, 3.30×10^2 CFU / ml in the reservoir and 2.00×10^2 CFU / ml in the pool. The total average value in the spa was 2.80×10^2 CFU / ml. Based on the results obtained, it can be said that there is a limited bacterial population in the analyzed spa and a good protection of its aquifers at the time the study was conducted

Keywords: bacteriological quality, thermal water, spa microbiology

Introducción

La preservación y el mantenimiento de los recursos naturales que al mismo tiempo abren la puerta al desarrollo de las diversas actividades humanas en las sociedades desarrolladas, hoy en día son uno de los retos más importantes en el mundo.

Ecuador cuenta con la presencia de un significativo número de manantiales de aguas termales y minerales localizadas principalmente en el callejón interandino donde destaca la presencia de numerosos volcanes, ecosistemas que en la actualidad se desconoce si están sujetos a problemas de contaminación bacteriana, por el uso no controlado que se le han dado.

Las aguas termales surgen de capas subterráneas de la tierra, las cuales se encuentran a mayor temperatura, y son ricas en diferentes componentes minerales por esta razón son

llamadas aguas minerales, lo cual permite su utilización como medicina a través de terapéutica como baños, inhalaciones, irrigaciones, y administración vía oral, recibiendo por ello el nombre de aguas mineromedicinales. Sin embargo, a pesar de sus condiciones extremas de temperaturas y concentración de sales minerales, las mismas no son estériles y pueden albergar una gran diversidad de microorganismos [1,2].

La calidad bacteriológica de las aguas termales no se conoce en la mayoría de los manantiales existentes en el Ecuador, aunque se postula que debido a que son hábitats de condiciones extremas en temperatura, pH y concentraciones iónicas elevadas, su calidad sanitaria debe ser buena. Sin embargo, estos organismos microscópicos se han ido adaptando a las condiciones de cada medio generando una población microbiana autóctona en estas aguas, además de que existen también microorganismos que derivan del ambiente que rodea a estas fuentes termales [3].

Conocer la composición y características de la población bacteriana presente en las aguas termales es importante, no solo por sus implicaciones ambientales en relación a conocer la composición y función de la biodiversidad microbiana y su impacto en la ecología de estos ecosistemas, sino también porque las mismas tienen repercusiones en la salud de las personas que acuden a ellas, desde dos puntos de vistas, por un lado dentro de esta población pueden estar presente microorganismos patógenos que causen enfermedades infecciosas en los usuarios, y por el otro, también puede contener microbios beneficiosos para curar algunos tipos de enfermedades [4].

Es por ello, que el objetivo del presente trabajo fue conocer la calidad bacteriológica del agua del Balneario “Santa Ana”, ubicado en la Provincia de Tungurahua. Ecuador.

Materiales y Metodología

Toma de muestras

La presente investigación se llevó a cabo en las aguas termales del Balneario “Santa Ana” perteneciente al cantón Baños de Agua Santa, Provincia de Tungurahua, a una altitud de 1931 msnm, con una temperatura ambiente promedio anual de 20°C. Esta fuente de agua termal es de origen volcánico, de tipo sulfatada, magnésica e hipertermal [5].

El muestreo se realizó de acuerdo con la norma ecuatoriana INEN 2 176-98, transportándose las muestras hasta el laboratorio de análisis según lo indicado en la norma ecuatoriana INEN 2 169-98 [6,7]

El plan de muestreo consistió en recolectar 3 muestras de agua termal de un volumen de 1 litro, en cada uno de los sitios seleccionados, durante tres ocasiones al año. Se consideraron 3 zonas diferentes del balneario: Fuente o naciente del agua, tanque de reservorio y piscina termal.

Recuento de bacterias aerobias mesófilas heterótrofas

Se utilizó el método de siembra en profundidad utilizando el agar para recuento estándar, que se basa en la cuantificación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) por ml de muestra. Se realizaron diluciones seriadas de las muestras concentradas, con un factor de dilución de hasta 10^{-3} , en agua peptonada al 0,1 %. Se seleccionó una única dilución, aquella que produce entre 30 y 300 colonias por placa después de haber incubado por 24 horas a 37°C. Finalmente se calculó la media aritmética de colonias obtenidas para la dilución seleccionada, y se reportó los resultados en UFC/ml [8].

Recuento de coliformes totales y *E coli*

Se procedió utilizando el método de siembra con cajas Petrifilm para coliformes. Se colocó la placa Petrifilm en una superficie plana dentro de la cámara de bioseguridad, se agregó 1 ml de la muestra de agua y se incubó a 37° C durante 24 horas. Para el conteo se observó las colonias presentes en las placas a luz directa y se reportaron resultados en UFC/ml [9].

Recuento de bacterias *Pseudomonas*

En el caso de la detección de células de la bacteria *Pseudomonas*, se utilizó la metodología de siembra en superficie, utilizando el agar Cetrimide. Se incubó durante 72 horas a 37°C, y de igual manera, se calculó la media de colonias obtenidas para la dilución seleccionada, y se reportó los resultados en UFC/ml. [8].

Resultados y Discusión

Cuantificación de aerobias mesófilas heterótrofas

En la Tabla 1 se puede observar que en la fuente la cantidad de bacterias heterótrofas promedio fue de $7,97 \times 10^2$ UFC/ml, en el reservorio de $2,95 \times 10^2$ UFC/ml y en la piscina de $5,71 \times 10^2$ UFC/ml. Lo que implica un valor promedio en todo el balneario de $3,15 \times 10^2$ UFC/ml.

Tabla 1. Resultado del valor promedio de la cuantificación de bacterias aerobias mesófilas heterótrofas (UFC/ml) del balneario “Santa Ana”

Lugar	Valor promedio primer muestreo (UFC/ml)	Valor promedio segundo muestreo (UFC/ml)	Valor promedio tercer muestreo (UFC/ml)	Valor Medio (UFC/ml)
Fuente	8,00 x 10	1,10 x 10	1,48 x 10 ²	7,97 x 10
Reservorio	1,03 x 10 ²	4,60 x 10	7,37 x 10 ²	2,95 x 10 ²
Piscina	5,10 x 10	1,20 x 10	1,65 x 10 ³	5,71 x 10 ²
Promedio	7,80 x 10	2,30 x 10	8,45 x 10 ²	3,15 x 10 ²

En un estudio realizado por Mosso y colaboradores en el año 2008 en el Balneario de Veldelateja en Madrid se obtuvieron valores de bacterias heterótrofas en el punto de emergencia inferiores a 100 UFC/ml; dato que concuerda con el resultado del presente estudio en referencia a la fuente o naciente del agua termal, y donde los autores indican que en base a la concentración de bacterias heterótrofas encontradas, dicho balneario tendría una buena protección del manantial y no representaría un riesgo sanitario para los usuarios [10]

Con respecto al reservorio del agua en el balneario estudiado, el número de bacterias heterótrofas encontradas fue de 2,95x10² UFC/ml. En este caso se debe considerar que el valor de las bacterias heterótrofas sobrepasa lo mencionado en el estudio de la microbiología mineromedicinal realizado en el balneario Alicún de las Torres por De la Rosa y colaboradores en el año 2007, quienes manifiestan que cifras inferiores a 100 ufc/ml indican buena protección del acuífero; esto indica que no existe una protección adecuada del agua del reservorio lo que se expone a un riesgo sanitario [11]. De igual manera Andueza en el año 2007 menciona, que la presencia de

bacterias heterótrofas por encima de valores de 200 UFC/ml, indican un problema de higiene y contaminación del agua [4].

Los valores obtenidos en la cuantificación de bacterias heterótrofas en el caso de la piscina, presenta un caso similar al del reservorio ya que cuenta con una cantidad de 5,73x10² UFC/ml de bacterias heterótrofas, cantidad que sobrepasa lo estipulado en los estudios antes mencionados [11, 4].

Cuantificación de coliformes totales y *Escherichia coli*

En cuanto al resultado en el conteo de coliformes totales y *E. coli*, que se resumen en la Tabla No. 2, podemos observar que en la fuente se obtuvo una cantidad promedio de 3,2x10 UFC/ml, en el reservorio no se detectaron coliformes totales y en la piscina fue de 1,08x10² UFC/ml, con un valor promedio del todo el balneario de 4,7x10 UFC/mL.

En ninguno de los sitios estudiados se detectó la presencia de *Escherichia coli*.

Tabla 2. Resultado de la cuantificación de bacterias coliformes del balneario “Santa Ana”

Lugar	Valor promedio primer muestreo (UFC/ml)	Valor promedio segundo muestreo (UFC/ml)	Valor promedio tercer muestreo (UFC/ml)	Valor Medio (UFC/ml)
Fuente	4,50 x 10	2,10 x 10	3,00 x 10	3,20 x 10
Reservorio	0	0	0	0
Piscina	1,28 x 10 ²	9,50 x 10	1,00 x 10 ²	1,08 x 10 ²
Promedio	5,80 x 10	3,90 x 10	4,30 x 10	4,70 x 10

En el estudio realizado en el balneario de Veldelateja por Mosso y colaboradores en el año, 2008 concluyen que no se encontraron microorganismo indicador de contaminación fecal, sin embargo, se encontraron coliformes totales pertenecientes a las especies *Citrobacter freundii* y *Enterobacter amnigenus*. Resultados iguales a los obtenidos en el presente trabajo. La presencia de estas especies en las aguas, en ausencia de *E. coli* no indican contaminación fecal, ya que son ubicuas y no suponen riesgo para la salud de los usuarios [10].

Así también en el estudio de Núñez (2015) realizado en el balneario “El Salado” se registran valores de 9×10 UFC/ml en la piscina, valor que tiene similitud con el resultado hallado en las muestras del agua de la piscina del presente estudio [12].

La presencia de coliformes totales en la fuente del balneario “Santa Ana” no es un riesgo sanitario ya

que pueden proceder del suelo o de los vegetales y sobreviven en ambientes acuáticos por su facilidad de adaptación formando “biofilms” [13].

En las aguas termales de del agua del Balneario “Santa Ana”, ubicado en la Provincia de Tungurahua. Ecuador no se observó la presencia de células de *E. coli*, pero sí de coliformes totales, resultados similares a los obtenidos por otros investigadores en aguas termales [4,10,11,13,14,15].

Cuantificación de *Pseudomonas*

Los resultados del conteo promedio de *Pseudomonas* se resumen en la Tabla No. 3, donde se puede observar que se obtuvo un valor promedio de $3,30 \times 10$ UFC/ml de *Pseudomonas* en la fuente, $3,30 \times 10$ UFC/ml en el reservorio y $2,00 \times 10$ UFC/ml en la piscina, con un valor promedio total en el balneario de $2,80$ UFC/ml.

Tabla 3. Resultado de la cuantificación de *Pseudomonas* del balneario “Santa Ana”

Lugar	Valor promedio primer muestreo (UFC/ml)	Valor promedio segundo muestreo (UFC/ml)	Valor promedio tercer muestreo (UFC/ml)	Valor Medio (UFC/ml)
Fuente	$8,00 \times 10$	$2,00 \times 10$	0	$3,30 \times 10$
Reservorio	$6,00 \times 10$	$2,00 \times 10$	$2,00 \times 10$	$3,30 \times 10$
Piscina	$2,00 \times 10$	$2,00 \times 10$	$2,00 \times 10$	$2,00 \times 10$
Promedio	$5,30 \times 10$	$2,00 \times 10$	$1,30 \times 10$	$2,80 \times 10$

En el estudio sobre la microbiología del agua del balneario Cervantes en Ciudad Real-España, realizado por Mosso y colaboradores en el año 2006, se pudo determinar la presencia de *Pseudomonas fluorescens* con 5.7% en el manantial de Cervantes y 2.5% en el manantial de San Camilo [16]. Resultado similar al obtenido en el presente trabajo

De igual forma, en el estudio de la microbiología de las aguas mineromedicinales de los balnearios de Jaraba Zaragoza, España, realizado por De la Rosa y colaboradores en el año 2004, se pudo detectar la presencia de *Pseudomonas* en número bajos, resultados que coinciden con los obtenidos para el balneario estudiado [1]

Por el contrario, en el estudio de la microbiología del agua mineromedicinal del balneario “El Paraíso” de Manzanera en Teruel-España realizado por De la Rosa y colaboradores en el año 2001, no se pudo determinar la presencia de *Pseudomonas* [17].

Las bacterias del género *Pseudomonas* intervienen en diversos procesos ecológicos y son esenciales en los hábitats acuáticos ya que degradan la materia orgánica, siendo, además, una bacteria muy ubicua que se puede encontrar en aguas superficiales contaminadas con aguas residuales y en los suelos [18].

La existencia de células de *Pseudomonas* en la piscina pudiese ser la consecuencia de una contaminación cruzada desde el suelo (entorno natural) hacia la piscina, producida por los bañistas al momento del uso de las instalaciones, sumando el inadecuado tratamiento de limpieza y desinfección. Su presencia en ausencia de indicadores fecales y de otros patógenos, puede ser debida a una contaminación antigua y transitoria por filtraciones del agua de río. Se ha señalado que esta bacteria puede colonizar manantiales de aguas minerales naturales debido a su capacidad de sobrevivir en ambientes oligotróficos [19, 20].

Conclusiones

El Balneario “Santa Ana” presentó un total de $3,15 \times 10^2$ UFC/ml de bacterias heterótrofas, con una mayor concentración de este grupo bacteriano en el agua de las piscinas termales.

En lo que respecta a las bacterias del grupo de coliformes, se pudo detectar su presencia tanto en la fuente como en la piscina termal, con un valor promedio de $4,7 \times 10$ UFC/ml. La presencia de coliformes totales en estas aguas en ausencia de

E. coli no indican contaminación fecal, debido a que son ubicuas y no suponen riesgo para la salud de los usuarios.

Las bacterias del género *Pseudomonas* se pudieron aislar de las 3 zonas de estudio, con un promedio para todo el balneario de $2,80 \times 10$ UFC/ml. Resultado que pudiera estar indicando algún problema incipiente de higiene o de contaminación durante la distribución del agua

Agradecimiento

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento del proyecto 11, sobre Microbiología de las aguas Termales del Ecuador, financiado por la dirección de investigaciones de la Universidad Central del Ecuador.

Conflicto De Intereses

Los autores dejan constancias que no existe ningún tipo de conflicto de intereses en con la investigación realizada y los resultados expresados en el presente artículo.

Referencias

1. De la Rosa, M., Andueza, F., Sánchez, M., Rodríguez, C., y Mosso, M. Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, vol. 70. 2004
2. Andueza, F.; Albuja, A.; Arguelles, P.; Escobar, S.; Espinoza, C.; Araque, J.; Medina, G. Antimicrobial resistance in strains *Pseudomonas aeruginosa* isolated from termal waters at Chimborazo, Ecuador. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*. Vol. 81(2): 158-163. 2015
3. Medina-Ramírez, G.; Naranjo, K.; Escobar, S.; Araque, J.; Djabayan, P.; Andueza, F. Microbiota extremofila y resistomas ambientales de la fuente termal “Termas La Merced”. Quito. Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y desarrollo*. Vol. 2 (7): 33-38. 2017
4. Andueza, F. Diversidad Microbiana de las Aguas Mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid-España. 2007.
5. Burbano, N., Becerra, S., y Pasquel, E. Aguas termo minerales en el Ecuador. INAMHI. Quito-Ecuador. 2013
6. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) NTE INEN 2 176-98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito-Ecuador. 1998a
7. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 2 169-98 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito-Ecuador. 1998b
8. Association Americana de Salud Publica (APHA) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC. 2005
9. 3M. 3M™ Petrifilm™ Plates and 3M™ Petrifilm™ Plate Reader. 2009, en *multimedia.3m*. [En línea]. Canadá, disponible en:
<http://multimedia.3m.com/mws/media/528464O/3m-petriefilm-plates-and-plate-reader-full-line-brochure.pdf> Recopilado: 24/06/2017
10. Mosso, M., Sánchez, M., Rodríguez, C., y de la Rosa, M. Microbiología de los manantiales mineromedicinales del Balneario de Veldelateja. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*. Vol. 74. Madrid- España. 2008
11. De la Rosa, M., Sánchez, M., Rodríguez, C., y Mosso, M. Microbiología del manantial mineromedicinal del balneario de Puente Viesgo. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, vol. 73, Nº 28. Madrid-España. 2007
12. Núñez, S. Estudio microbiológico de las aguas termo mineromedicinales del balneario “El Salado” de Baños de Agua Santa-Tungurahua. Tesis de grado. Riobamba Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015
13. Lechevalier, M., Babcock, M. y Lee, R. Examination, and characterization of distribution the biofilms. *Appl. Environ. Microbiology*. Vol.53: 2714-2724. 1987

14. Jacome, Alexis. Caracterización biotecnológica de microorganismos aislados de aguas termales en el balneario “Piscinas El Cachaco-Calicali, Provincia de Pichincha. Ecuador. Tesis de pregrado. Escuela de Ingeniería Ambiental. Facultad FIGEMPA. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. 2017
15. Dugarte, M. Calidad bacteriológica de las aguas termales de Tabay, Municipio Santos Marquina Mérida Estado Mérida. Tesis de pregrado. Mérida, Universidad de Los Andes Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Escuela de Bioanálisis. Mérida. Venezuela. 2014
16. Mosso, M.; Sánchez, M. & M. De la Rosa. Microbiología del agua mineromedicinal de los Balnearios Cervantes. Anal. Real Acad. Farm. Vol. 73 (E.): 285-304. 2006
17. De la Rosa, M., Prieto, M., y Mosso, M. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario “El Paraíso” de Manzanera. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia, vol. 67. Teruel-España. 2001.
18. Ward, B. Nitrification, and ammonification in aquatic systems. Life Support Biosph. Sci. 3: 25-29. 1996.
19. Morais, P.; Mesquita, C.; Andrade, J. y Da Costa, M. Investigation of persistent colonization by *Pseudomonas aeruginosa* in a spring water bottling plant. Appl. Environ. Microbiol. Vol. 63: 851-856. 1997
20. Legnani, P., Leoni, E., Rapuano, S., Turin, D., y Valentin, C. Survival, and growth of *Pseudomonas aeruginosa* in mineral natural water: a 5-year study. *Int. J. Food Microbiol.* Vol.32: 153-158.1999

Correspondencia**Autor:** Félix Andueza**Dirección:** Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador**Email:** fdandueza@uce.edu.ec