

Las actividades productivas y su relación con la contaminación del agua de la Microcuenca Negroyacu, en Guaranda, Ecuador

Carlos, Taco-Taco¹; Guillermo, Vistín-Chacán²; Valeria, Rosero-Orozco³; Oswaldo, López-Bravo⁴; Wilson, Fonseca-Torres⁵

Resumen

Se investigó las actividades productivas que realizan 84 establecimientos que están asentados en ambas márgenes del Río Guaranda, en un trayecto de 4 km antes de desembocar y formar la cuenca del Río Chimbo-Guayas. Se planteó determinar de qué manera se produce la contaminación del agua, específicamente en la microcuenca Negroyacu de la ciudad de Guaranda, Ecuador. En el recorrido propuesto para el estudio, al georeferenciar se dividió el área en 9 zonas con sus respectivos sitios de viviendas, cultivos, vías y vegetación. Resultó la zona cuatro la más contaminante como consecuencia de mayor actividad productiva por comercio y servicios; para el análisis de muestras de agua en laboratorio la contaminación se dio por presencia de nitratos, cloruros y sulfatos. Se concluye que las actividades productivas de los habitantes de la microcuenca estudiada corresponden a los sectores primario, secundario, terciario y cuaternario. Los establecimientos comerciales descargan las aguas servidas a la microcuenca, siete de diez establecimientos contaminan el agua. La presencia de algas en las zonas uno y dos es un indicador de no contaminación del agua. Los indicadores determinan que es necesario implementar acciones de manejo del agua para reducir los niveles de contaminación en la microcuenca.

Palabras Clave: actividades productivas; contaminación; microcuenca.

Clasificación JEL: I9 (31) Q17, Q2 (25), Q53, L22

The productive activities and their relation with the water pollution of the Negroyacu Microcuenca, in Guaranda, Ecuador

Abstract

The productive activities of 84 establishments that are settled in both margins of the Guaranda River were investigated, with a route of 4 km before it emerges and form the basin of the Chimbo-Guayas River. It was proposed to determine how water pollution occurs, specifically in the Negroyacu micro watershed of the city of Guaranda, Ecuador. In the course proposed for the study, georeferencing was divided into 9 areas with their respective sites of housing, crops, roads and vegetation. Zone four was the most polluting as a consequence of greater productive activity by trade and services; For the analysis of water samples in the laboratory the contamination was given by the presence of nitrates, chlorides and sulfates. It is concluded that the productive activities of the inhabitants of the studied microbasin correspond to the primary, secondary, tertiary and quaternary sectors. Commercial establishments discharge their wastewater to the micro watershed, and seven of ten establishments pollute the water. The presence of algae in zones one and two is an indicator of non-contamination of water. The indicators determine that it is necessary to implement water management actions to reduce pollution levels in the micro watershed.

Keywords: productive activities; pollution; micro watershed.

Recibido: 14 de enero de 2016

Aceptado: 31 de marzo de 2017

¹ Docente Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador. Ingeniero en Administración y Producción Agropecuaria. Máster en Gestión de Proyectos Socioproductivos. carlostacot@yahoo.com.mx

² Docente Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador. Licenciado en Ciencias de la Educación. Diploma Superior en Proyectos Educativos y Sociales. mvistin@yahoo.com

³ Docente Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador. Licenciada en ciencias de Enfermería. valejs86@gmail.com

⁴ Docente Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador. Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo. Maestría en Gerencia de Salud. PhD en Ciencias Pedagógicas. Director Departamento Posgrado UEB. oswaldolopezbravo@yahoo.es

⁵ Docente Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador. Ingeniero en Administración de Empresas. Maestría en Gerencia de Proyectos de Ecoturismo. mft30@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Se investigó y como resultado se informa cómo se da la contaminación del agua de la microcuenca Negroyacu, en Guaranda, Ecuador, durante el periodo 2015, por efecto de las actividades productivas que realizan los habitantes en este sector. Los actores sociales e instituciones deben realizar acciones que ayuden a la conservación del ambiente, por eso se hace necesario generar información que permita determinar de qué manera los establecimientos, cuyas unidades de negocio se vinculan a la prestación de bienes y servicios, contaminan el agua de los ríos. Moposita (2011), expone que en la microcuenca del río Illangama las poblaciones dependen fundamentalmente de las actividades agropecuarias para su sustento. La agricultura es la actividad predominante y más del 80% de la PEA (Población Económicamente Activa) se dedica a ella (Alwannng, Barrera, & Cruz, 2010). En un trabajo investigativo desarrollado en la Subcuenca del río Chimbo, en la franja altitudinal entre 2000 msnm y 3600 msnm, su objetivo fue contribuir al desarrollo sostenible de la Subcuenca, a través del manejo integrado de los recursos naturales para la agricultura de pequeña escala, con equidad ambiental, social y de género, pues, el derecho sigue a la vida, por lo que el Derecho Ambiental cada vez es más preponderante dentro de la Legislación Nacional (Ríos, Pratt, & Terneus, 2004). La población humana en expansión, las prácticas agrícolas intensificadas y la creciente industrialización en esta área, conllevan un incremento en el impacto sobre la calidad de éstos ríos altoandinos tropicales (Jacobsen, 2008).

Las variables de estudio son: las actividades productivas en la cual se toma como variables de interés las condiciones socioeconómicas y ambiente; contaminación del agua con las variables de interés los seres vivos y la calidad de vida.

Contextualización

Dentro de los problemas ambientales, que causan preocupación a nivel mundial, se encuentran los referidos a la contaminación de los recursos hídricos; uno de los factores que incide en la alta contaminación de este recurso son las actividades productivas, como resultado de la conjunción de acciones antrópicas dentro de un espacio y un

tiempo determinado. La combinación de actividades humanas y naturales generan vulnerabilidades en el ambiente, en especial a las cuencas hidrográficas; en los últimos años se han desarrollado acciones tendientes a aumentar la productividad, que han generado situaciones problemáticas por un irracional uso de los recursos naturales, hechos que han evolucionado nuevos manejos y aprovechamientos del agua, lo que afecta a la población, convirtiendo al ser humano como actor y víctima del sistema.

Las actividades económicas son parte esencial de la existencia de las sociedades, ellas permiten la producción de riquezas, el trabajo de los individuos y generan los bienes y servicios que garantizan su bienestar social. Las actividades económicas son cada día más complejas y requieren del uso de tecnologías de punta, con el objeto de mantener una productividad competitiva en un mercado cada vez más exigente.

En la actualidad, muchas actividades económicas son fuente permanente de contaminación del agua y suelo. Con mayor especificidad, la contaminación ambiental en el territorio ecuatoriano se ha visto acelerada por el modelo de implantación de las actividades económicas desarrollado en las últimas décadas. Esta situación ha dado como resultado la presencia de procesos contradictorios, así, en determinadas zonas, se produce una progresiva concentración de la población y actividades productivas más innovadoras e intensivas, generando una problemática específica de desertificación por sobreexplotación de los recursos hídricos y alteración del medio físico, sumado la inexistencia de redes de saneamiento, por lo que todos los desechos descargan en el mismo curso hídrico.

En la zona de influencia de la microcuenca Negroyacu, Guaranda, Ecuador, se identificaron ochenta y cuatro actividades productivas, cuyos propietarios por falta de educación ambiental no toman conciencia de los problemas a nivel local, principalmente en lo concerniente a la dimensión social. No perciben la importancia de la problemática, no han desarrollado capacidades tendientes a reducir el deterioro de los recursos hídricos, suelo y biodiversidad; desde el origen de la microcuenca en el barrio Tomabela, y durante

el recorrido hasta la desembocadura en el río Guaranda, están presentes conglomerados que realizan actividades productivas enmarcadas en los sectores primario, secundario, terciario y cuaternario, contribuyendo a la contaminación del agua de la microcuenca.

En referencia al manejo de los desechos sólidos los habitantes no realizan procesos de clasificación de la basura, no existe participación colectiva en actividades para la conservación de los recursos naturales, esto compromete realizar esfuerzos dirigidos a la toma de medidas de mejoramiento de las condiciones ambientales y puntualmente en la disminución de la carga contaminante; cabe destacar que las cuencas hidrográficas a nivel internacional han sido reconocidas como las unidades territoriales de planificación más integrales de recursos hídricos. Las cuencas cumplen un rol crítico en el funcionamiento natural de la tierra articulando ecosistemas terrestres, suministro de agua y alimento (Andrade, 2012).

La Microcuenca Negroyacu se encuentra localizada en la parroquia urbana Guanujo, de la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, Ecuador, en ella habitan 550 personas, cuya conformación étnica es 80% mestiza y 20% indígena. La temperatura promedio es de 13°C, altitud desde los 2916 msnm a 2659 msnm, coordenadas:

- 9829827207N a 9825094N

- 721208E a 723269E

Las actividades productivas generadas por los habitantes de la microcuenca Negroyacu tienen una incidencia directa en la contaminación del agua, evidenciado en los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio tomados en cada una de las zonas, desde esta perspectiva económica-social las actividades afectan a sus propios habitantes que son los actores pero al mismo tiempo se convierten en víctimas del sistema, siendo una consecuencia de la polaridad económica que día a día crece ejerciendo una gran presión para que de diversas formas adquieran ingresos para satisfacer sus necesidades elementales.

Del levantamiento de la información se determina la pérdida de la flora como consecuencia de la construcción del embaulado en la zona media de la microcuenca, sumado el acelerado desarrollo comercial y urbanístico que ha tenido lugar en el área

de estudio, como es el caso de las urbanizaciones Vásconez y Puerta del Sol que lo hicieron sin tomar en cuenta el tipo de suelo y en la actualidad se puede ver afloramientos de agua en cada una de ellas lo que dificultará la construcción de viviendas generando problemas no solo de impacto ambiental sino también económico para los propietarios.

Se planteó en esta investigación, identificar las actividades productivas realizadas por los habitantes de la microcuenca Negroyacu, determinar el destino del vertido de aguas servidas producidas por las actividades productivas y establecer el comportamiento físico químico del agua de la microcuenca en estudio.

II. DESARROLLO

1. Metodología

La investigación de enfoque cualitativo – cuantitativo, estableció las condiciones en las que se presentó el problema a investigar dentro de la población, considerando los aspectos generados por las actividades productivas de los habitantes que producen la contaminación del agua de la microcuenca Negroyacu. Evidenciado el problema in situ se aplicaron instrumentos como observación y encuestas, lo que permitió comprender los impactos en la localidad.

Esta es una investigación Bibliográfica, Documental, de Campo y Aplicada; a través de la observación directa, encuesta, entrevistas, se determinó la relación entre las dos variables y los factores que inciden en el problema de la contaminación del agua.

La población de estudio correspondió a ochenta y cuatro predios en los que se encuentra un foco de actividad productiva, sumados los puntos antes, después y la desembocadura de la microcuenca en el Río Guaranda; los mismos que generan factores antrópicos que inciden en la contaminación del agua

Según Jacobsen (2008) el término variable se define como las características o atributos que admiten diferentes valores como por ejemplo, la estatura, la edad, el cociente intelectual, la temperatura, el clima, etc. Existen muchas formas de clasificación de las variables, no obstante, en esta sección se clasificaron de acuerdo con el sujeto de estudio y al uso de las mismas. Ver Tablas 1 y 2.

Tabla 1. MOV Variable independiente: actividades productivas

Definición	Dimensión	Sub-dimensión	Indicador	Técnica	Items
Proceso donde se adquieren productos, bienes y los servicios que cubren nuestras necesidades o se obtienen ganancias, beneficios para la humanidad, algo como, energía, alimentos, vestidos, productos básicos, que ayudan al ser humano a lograr un pleno desarrollo físico, espiritual y mental.	Sector Primario	Agricultura	Local	Encuesta, Observación	El local donde funciona su negocio
		Ganadería			
		Silvicultura			
	Sector Secundario	Manufacturas	Actividad productiva	Encuesta, Observación	Tipo de actividad
		Construcción Transformación			
	Sector Terciario	Comercio	Servicios básicos	Encuesta, Observación	Posee servicios básicos
		Servicios			
	Sector Cuaternario	Educación	Servicios básicos	Encuesta, Observación	Posee servicios básicos

Elaborado por: Los Autores

Tabla 2. MOV Variable dependiente: contaminación del agua

Definición	Dimensión	Sub-dimensión	Indicador	Técnica	Items
La contaminación del agua es parte de la contaminación ambiental que incluye la calidad del agua y está estrechamente relacionada a la contaminación de este recurso sobre todo en una cuenca donde las acciones que se desarrollan en la parte alta y media de la misma, tendrán efectos positivos o negativos para la parte baja.	Aguas servidas	Red pública	Lugar de descarga	Observación Encuesta	Donde vierten las aguas servidas de su negocio
		Pozo séptico			
		Quebrada			
	Residuos y desechos	Basura	Tipos de vertidos	Observación Encuesta	Tipo de desecho que más genera
		Agua contaminada			
		Residuo Carburante			
		Lixiviados			

Elaborado por: Los Autores

Técnicas e Instrumentos. Se utilizó como técnicas la Georeferenciación, la observación, la encuesta; y los instrumentos utilizados son: el sistema ArGis, la ficha de observación, el cuestionario, el análisis de componentes principales y análisis en laboratorio, definiéndose a cada una de ellas de la siguiente manera:

Georeferenciación: la información cartográfica utilizada para la elaboración de los mapas se realizó en base a fuentes del Instituto Geográfico Militar [IGM], Almanaque Electrónico Ecuatoriano [AEE]; en una escala de 1:50000, con el sistema de proyección de coordenadas planas Universal Transverse Mercator [UTM], zona correspondiente de estudio 17 Sur, por su localización en el Hemisferio Sur y el Datum World Geodetic System 84 [WGS – 84] siendo este el sistema de coordenadas geográficas mundial que nos permite localizar cualquier punto en la tierra basado en el sistema de posicionamiento mundial [GPS].

Tomando como referencia las características

antes mencionada y mediante la utilización del software ARCGIS 10.1 se elaboraron los mapas generales de la microcuenca Negroyacu; así como los requeridos para el respectivo estudio. Dentro de los mapas generales de la microcuenca Negroyacu se realizó lo mostrado a continuación, para lo cual se generaron curvas de nivel con un intervalo de 3m:

Mapa de ubicación del área de estudio y Urbana [Mapas IGM, escala de impresión 1:10.000].

Mapa de ubicación de zonas y establecimientos comerciales:

- Zona 1: desde el punto 1 hasta el punto 10
- Zona 2: desde el punto 11 hasta el punto 15
- Zona 3: desde el punto 16 hasta el punto 39
- Zona 4: desde el punto 40 hasta el punto 70
- Zona 5: desde el punto 71 hasta el punto 74
- Zona 6: desde el punto 75 hasta el punto 84
- Zona 7: desde el punto 85 desembocadura de la microcuenca en el Río Guaranda.
- Zona 8: Toma muestra río antes desembocadura

microcuenca

- Zona 9: Toma muestra río después desembocadura microcuenca

Mapa Geomorfológico [Mapas IGM, escala de impresión 1:10.000].

Mapa de Pendientes [Mapas IGM, escala de impresión 1:10.000].

Elaboración de un TIN a partir de las curvas [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Data Management, TIN, create TIN].

- Creación de Raster [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Conversion, From TIN, TIN to Raster].
- Obtención de Hill shade [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Surface, Hill shade].
- Procesamiento de las pendientes [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Surface, Slope].
- Reclasificación de pendientes en 5 intervalos [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Reclass, Reclassify].

Mapa Pendientes [Mapas IGM, escala de impresión 1:5.000]; para lo cual:

- Se generó curvas de nivel con un intervalo de 3m.
- Elaboración de un TIN a partir de las curvas [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Data Management, TIN, create TIN].
- Creación de Raster [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Conversion, From TIN, TIN to Raster].
- Obtención de Hill shade [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Surface, Hill shade].
- Procesamiento de las pendientes [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Surface, Slope].
- Reclasificación de pendientes en 3 intervalos [Arc Tollbox, 3D Analyst Tools, Raster Reclass, Reclassify].

Observación: permitió identificar las actividades productivas, fauna, flora, tipo de cultivos, lugar donde vierten las aguas servidas generadas por los establecimientos y que inciden en la contaminación del agua.

Encuesta: con un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se identificó tipo de actividad productiva, servicios básicos, tipo desecho que genera, lugar donde vierten sus aguas servidas.

Análisis de laboratorio: para el análisis físico - químico se tomaron nueve muestras, lo que permitió determinar cada una de las zonas en función del lugar en donde se realizaron las muestras de agua, las mismas que corresponden a los siguientes lugares

- Punto 01 - Muestra 1: Inicio de la microcuenca
- Punto 11 - Muestra 2: Cruce de vía
- Punto 16 - Muestra 3: Inicio del embaulado
- Punto 40 - Muestra 4: Fin del embaulado
- Punto 71 - Muestra 5: Desembocadura ciudadela Primavera
- Punto 75 - Muestra 6: Cruce vía Negroyacu
- Punto 85 - Muestra 7: Desembocadura microcuenca Negroyacu - Punto
- Punto 86 - Muestra 8: Río Guaranda antes de la desembocadura de la microcuenca Negroyacu.
- Punto 87 - Muestra 9: Río Guaranda después de la desembocadura de la microcuenca Negroyacu.

Una vez tomadas las muestras se procedió in situ a medir con los respectivos equipos, los siguientes parámetros físicos:

- pH - Potenciómetro
- Temperatura - Conductímetro
- Sólidos disueltos - Conductímetro
- Conductividad - Conductímetro
- Turbiedad - Nefelométrico

A continuación y siguiendo con la cadena de custodia de las muestras de agua, se entregó al responsable del Laboratorio de agua y suelo del Centro de Investigación Especializada de la Universidad Estatal de Bolívar, cabe indicar que se tomó una segunda muestra de agua para su análisis en el Laboratorio de la Planta de Tratamiento de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable de Guaranda.

Para la toma y recolección de datos se aplicaron las técnicas e instrumentos antes mencionados, previa la respectiva validación (pilotaje) de los mismos. El procesamiento de los datos se realizó con la aplicación de Microsoft Excel y PCA.

2. Resultados

El sector terciario es el que predomina dentro de las actividades productivas de los habitantes, visibilizándose el citado predominio en la zona 4 con presencia de 24 establecimientos

El subsector económico con mayor presencia son los servicios en un número de 20 establecidos en la zonas 4 y 3, esto hace inferir que los desechos que generan son potenciales contaminadores de la microcuenca.

Tabla 3. Sector productivo

Zonas	Primario	Secundario	Terciario	Cuaternario	Total
1	7		1	2	10
2	5				5
3	4	4	13	3	24
4	5	1	24	1	31
5	2			2	4
6	7		1	2	10
7				1	1
8				1	1
9				1	1
Total	30	5	39	13	87

Tabla 4. Actividad productiva

Subsector / Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Agricultura	6	5	4	4	2	3				24
Artesanal			4	1						5
Comercio			6	9						15
Educación pública	1		1							2
Ganadería	1			1						2
Recursos híbridos	1		2				1	1	1	6
Saneamiento				1	2	1				4
Servicio			5	15						20
Silvicultura						4				4
Vía y caminos						1				1
Vivienda	1		2			1				4
Total	10	5	24	31	4	10	1	1	1	87

De cada diez establecimientos comerciales, seis descargan las aguas servidas a la microcuenca, generando contaminación del agua. Cabe indicar que los predios dedicados a la agricultura, ganadería y silvicultura no tienen descarga de aguas servidas.

Tabla 5. Descarga de vertidos

Descarga a la microcuenca	Riesgo [H ₂ O]		Total
	Crítico	Leve	
Si	30	22	52
No	18	17	35
Total	48	39	87

Con los resultados obtenidos del análisis físico-químico de laboratorio, por medio del programa estadístico Análisis de Componentes Principales PCA se comprueba la hipótesis, así como también los vectores de contaminación del agua de la microcuenca en las diferentes zonas. Tal como se

muestra a continuación (Tablas 6 y 7).

Principal Component Analysis

Data worksheet

Name: Data6

Data type: Environmental

Sample selection: All

Variable selection: All

Tabla 6. Eigenvalues

PC	Eigenvalues	%Variation	Cum. % Variation
1	4.81	64.2	64.2
2	1.66	22.2	86.5
3	0.622	8.3	94.8
4	0.234	3.1	97.9
5	0.131	1.8	99.7

Tabla 7. Eigenvectors (Coefficients in the linear combinations of variables making up PC's)

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Nitratos	-0.418	-0.328	0.260	-0.396	0.656
Cloruros	-0.114	-0.307	-0.900	-0.066	-0.010
Sulfatos	-0.266	-0.118	-0.086	0.050	-0.084
Dureza Total	-0.494	0.123	0.186	0.258	-0.419
Ph	-0.395	0.489	-0.084	-0.314	-0.126
Sólidos disueltos	-0.327	-0.019	-0.043	-0.493	-0.328
Conductividad	-0.226	0.597	-0.259	0.338	0.514
Turbiedad	-0.429	-0.417	0.071	0.561	-0.006

Outputs
 Plot: Graph4
 Worksheet: Data8

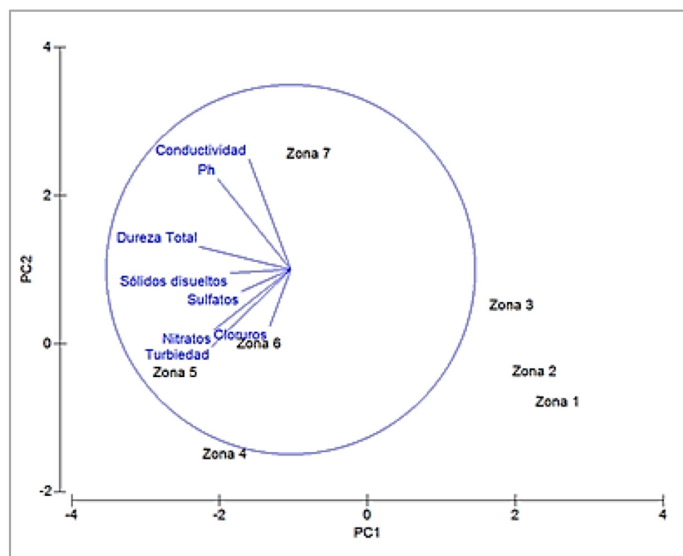


Figura 1. Comportamiento Físico - Químico del agua

Se descartan las zonas uno, dos, y tres, que es en donde no hay contaminación por cuanto los resultados de laboratorio están dentro de los parámetros permisibles (Figura 1). La zona cuatro es donde mayor contaminación se genera, seguida de las cinco y seis siendo los principales contaminantes los nitratos, cloruros y sulfatos en ese orden lo que incide que hacia el final de la microcuenca la turbiedad del agua sea mayor.

El mayor ángulo de pendiente está en la zona cinco

y siete, habiendo una mayor pendiente al margen derecho de la microcuenca, es decir, que de producirse una inundación en un periodo de cincuenta, cien o más años la zona de inundación es el margen izquierdo de la microcuenca Negroyacu; en lo referente al caudal se inicia con 0,60 l/seg En la zona dos se duplica a 1,25 l/seg hasta alcanzar el máximo caudal en la zona siete 3,25 l/seg. Ver Figuras 2 y 3 – Tabla 5.

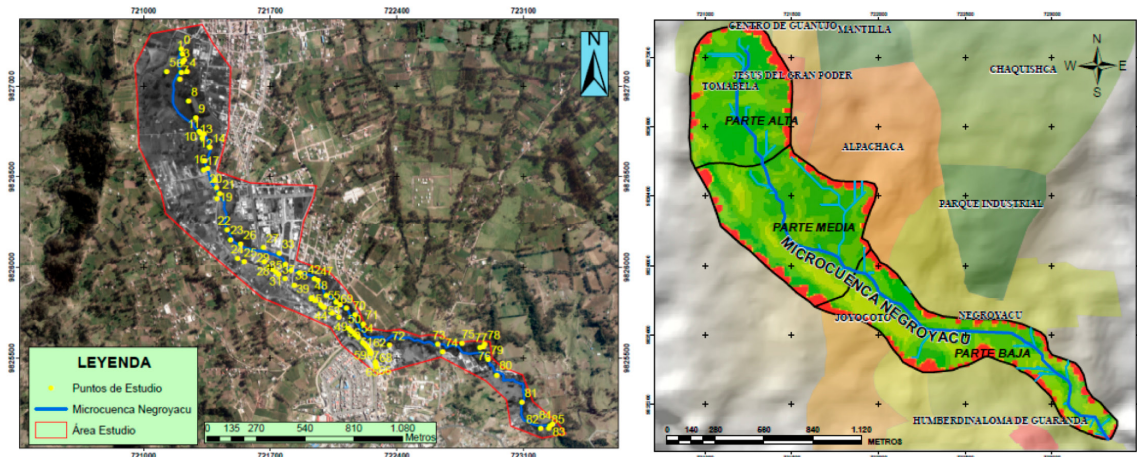


Figura 2. Mapa Microcuenca Negroyacu y de las pendientes.

Tabla 8. Ángulo de inclinación y caudal

Punto	Zona	Coordenadas			Referencia	Ángulo de inclinación		Caudal lt/seg
		X	Y	Z		Margen izq.	Margen der.	
1	1	721208	9827207	2916	Inicio de la microcuenca	9°	3°	0,60
11	2	721307	9826749	2895	Cruce de vía	7°	7°	1,25
16	3	721338	9826589	2890	Inicio del embaulado	9°	6°	0,80
40	4	721925	9825832	2843	Fin del embaulado	8°	17°	1,01
71	5	722121	9825773	2824	Desembocadura ciudadela Alpachaca	62°	25°	1,40
75	6	722626	9825573	2777	Cruce vía Negroyacu	24°	9°	1,70
85	7	723269	9825094	2664	Fin de la microcuenca	25°	24°	3,25

Fuente: Matriz Datos Georeferenciación. Elaborado por: Los Autores

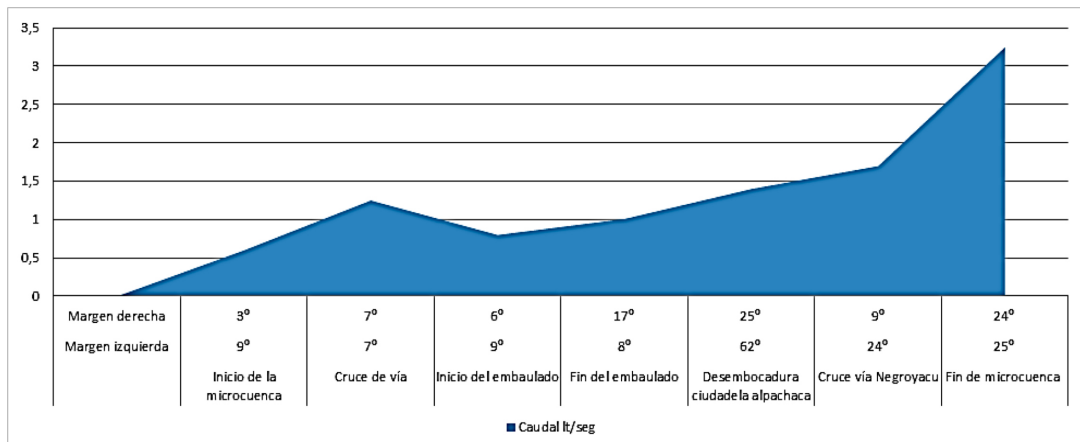


Figura 3. Ángulos de inclinación y caudal

Comprobación de la hipótesis

H₁: Las actividades productivas de los habitantes inciden en la contaminación del agua de la microcuenca Negroyacu de la ciudad de Guaranda, durante el periodo 2015.

Se realizó la comprobación de la hipótesis mediante el Chi cuadrado, obteniendo los siguientes resultados, resultando que se acepta la hipótesis H₁. Ver Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Establecimientos comerciales que contaminan la microcuenca

Actividad económica	Contaminan		Total
	Si	No	
Agricultura	10	14	24
Artesanal	5		5
Comercio	15		15
Educación pública	2		2
Ganadería	1	1	2
Recursos hídricos	3	3	6
Saneamiento		4	4
Servicio	20		20
Silvicultura	1	3	4
Vía y caminos	1		1
Vivienda	4		4
Total	62	25	87

Fuente: Matriz Datos. Elaborado por: Los Autores

Tabla 10. Comprobación de Hipótesis Chi²

Contaminación Microcuenca	Contaminan		Total
	No	Si	
Agricultura	7,93	19,66	27,59
Artesanal	1,65	4,1	5,75
Comercio	4,95	12,29	17,24
Educación pública	0,66	1,64	2,3
Ganadería	0,66	1,64	2,3
Recursos hídricos	1,98	4,91	6,9
Saneamiento	1,32	3,28	4,6
Servicio	6,61	16,38	22,99
Silvicultura	1,32	3,28	4,6
Vía y caminos	0,33	0,82	1,15
Vivienda	1,32	3,28	4,6
Total	28,74	71,26	100

Fuente: Matriz Datos. Elaborado por: Los Autores

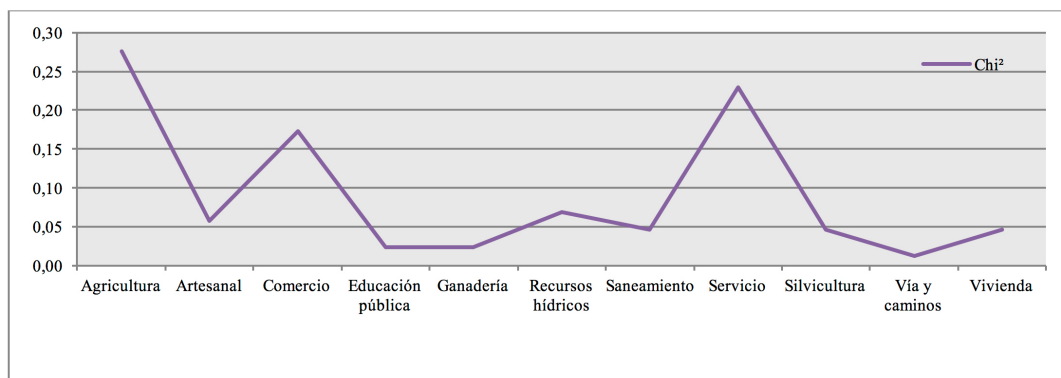


Figura 4. Comprobación de Hipótesis Chi²

Como la sumatoria del Chi (19,96) es mayor que el VCT (18,31) se acepta la H1 que establece que existe una dependencia entre las actividades productivas de los habitantes y la contaminación del agua de la microcuenca Negroyacu de la ciudad de Guaranda, durante el periodo 2015.

III. CONCLUSIONES

Las actividades productivas que realizan los habitantes de la microcuenca Negroyacu son en el sector primario: agricultura, ganadería, silvicultura; sector secundario: artesanal, manufactura; sector terciario: comercio, servicios, construcción; sector cuaternario: educación pública, recursos hídricos, saneamiento.

Los establecimientos comerciales vierten sus aguas servidas a la microcuenca, a través del sistema de alcantarillado, conexión del embaulado o descarga directa; en proporción de cada diez establecimientos siete contaminan el agua.

La contaminación del agua es por presencia de Nitratos, Cloruros y Sulfatos. Los niveles de Cromo, Aluminio, Nitrógeno amoniacal, Cobre, Hierro, Nitritos, y Dureza total rebasan los límites permisibles.

Los indicadores determinan que se hace necesario implementar acciones de manejo del agua de la microcuenca para reducir los niveles de contaminación.

IV. REFERENCIAS

- Alwang, Jeffrey, Barrera, Víctor Hugo, Cruz, Elena. (2010). *Experiencias en el manejo integrado de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador*. Quito: ABYA-YALA.
- Andrade, A. (2012). *Lineamientos para la aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. México D.F.: PNUMA.
- Baque-Mite, R., Simba-Ochoa, L., González-Ozorío, B., Suatunce, P., Díaz-Ocamp, E., Cadme-Arevalo

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a: Doctor Oswaldo López Bravo PhD ex Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano y Doctor Mario Martínez PhD Director del Centro de Investigación Especializada de la Universidad Estatal de Bolívar por facilitarnos los equipos y Laboratorios para los respectivos análisis de nuestra investigación; Doctora Blanca Ríos PhD Departamento de Investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica, por su asesoramiento; al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda al permitirnos realizar el análisis de las muestras de Agua en el Laboratorio de la EMAPAG.

- V. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 9 (20), 84 – 95.
- D'ary, Jacobs; Razavieh. (1982). *Operacionalización de Variables*. Madrid.
- Fernández-Ronquillo, M., Fernández-Solís, T., Solís-Beltrán, G. (2016). Percepción de la población sobre los niveles de contaminación ambiental del Río Milagro y grado de conocimiento preventivo social sobre el efecto de su carga contaminante. *CIENCIA UNEMI*, 9 (21), 125-134.
- Hernández-Domínguez, C., Alvarez Muñoz, P., Zapa Cedeño, J. (2016). Técnicas analíticas para el control de la contaminación ambiental, *CIENCIA UNEMI*, 9 (20), 84-95
- Guerra M. y Zaldumbide D. (2010). La agonía del Puyango: agua, minería y contaminación. *Letras Verdes*, 7, 35-37.
- Jacobsen, D. (2008). The Effect of Organic Pollution on the Macroinvertebrate Fauna of Ecuadorian Highland Streams. *Hydrobiol.*
- Moposita, D. (2011). *Sistemas de Labranza y Uso de Suelo en la Microcuenca del Río Illangama*. Universidad Estatal de Bolívar, Recursos Naturales. Guaranda: Brito.
- Peredo Núñez E. (2010). Contaminación del agua en la región del Maule y Biobío. *RIAT Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*. 6 (1), 61-68.
- Pérez, Mario Alejandro, Peña, Miguel Ricardo, Álvarez, Paula. (2011). Agro-industria cañera y uso del agua: análisis crítico en el contexto de la política de agrocombustibles en Colombia. *Ambiente & Sociedade*, 14(2), 153-178.
- Ríos, B., Prat, N., & Terneus, E. (2004). Estudio de las Condiciones de Referencia de las Cuencas de los Ríos Pita, San Pedro y Machangara. Barcelona.