

**OBTENCION DE BIOETANOL A PARTIR DE LAS AGUAS MIELES Y MUCILAGO DE CAFÉ
COMO ALTERNATIVA DE MITIGACION DE EFECTOS EN LOS ECOSISTEMAS DE LAS
FINCAS LAS VIOLETAS, VEREDA LOS ROBLES, TIMBIO Y EN LA FINCA LA
CRISTALINA, VEREDA LOS UVALES, PIENDAMO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**PRESENTADO POR:
MIRLEY SARRIA SAMBONI**

**FUNDACION UNIVERSITARIA DE POPAYAN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE ECOLOGIA**

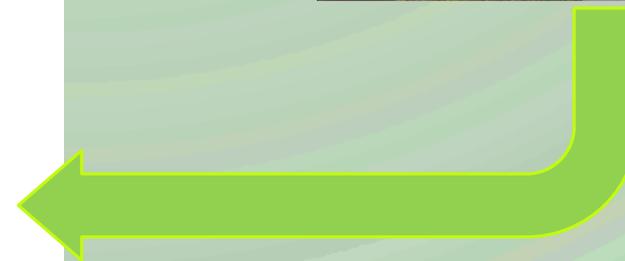


INTRODUCCIÓN

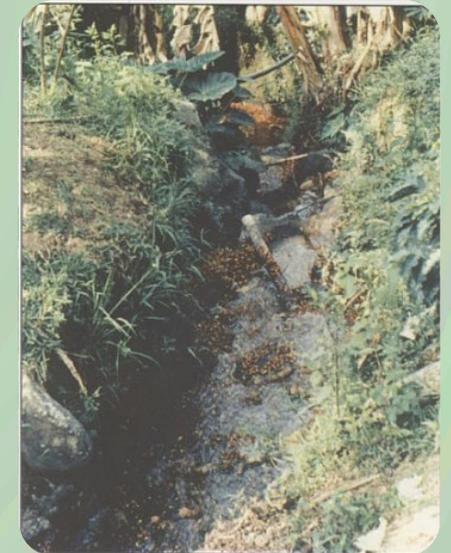
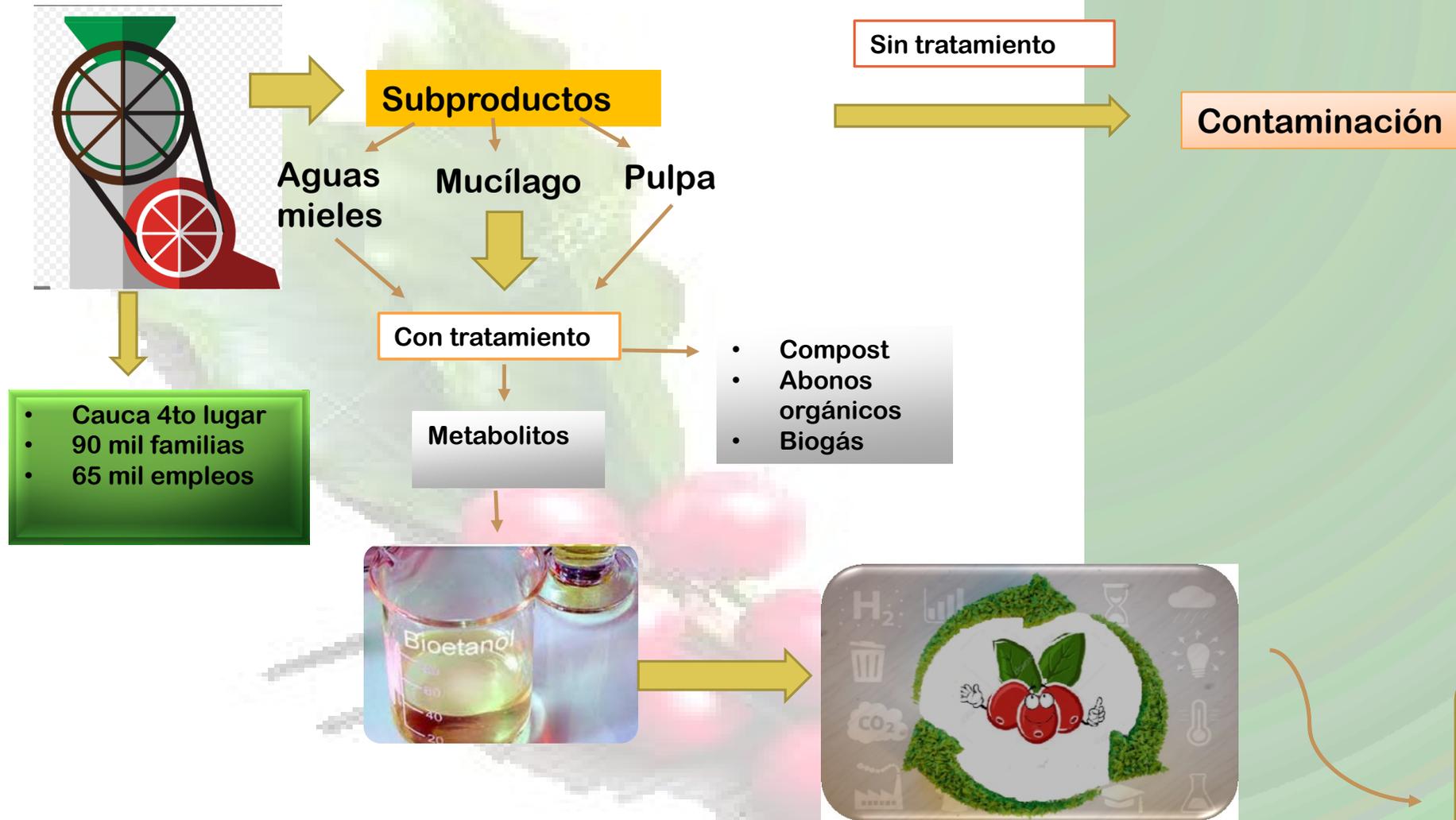


En América Latina Colombia ocupa el segundo lugar con 810 ton de café, después de Brasil 2592 ton

A NIVEL MUNDIAL Colombia tercer productor de café con 14.000 sacos de 60 kg



JUSTIFICACIÓN



- No altera la obtención de materias primas para la alimentación.
- Minimiza la extensión de frontera agrícola de cultivos para obtención de alcoholes

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Obtener etanol a partir de las aguas mieles y mucilago de café como alternativa de mitigación de efectos a los ecosistemas en las fincas Las Violetas y La Finca La Cristalina.

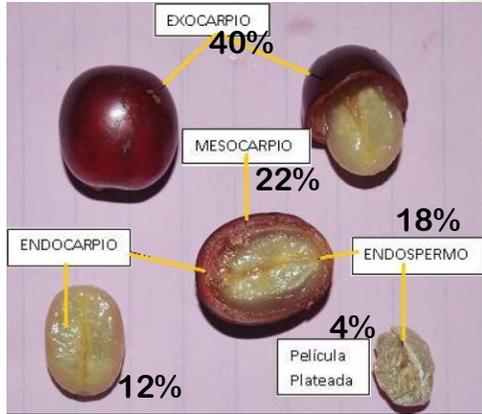
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer diferencias de los tiempos de fermentación y el porcentaje de alcohol obtenido del mucilago de café en las Fincas La Cristalina en la Vereda los Uvales, Piendamó y Las Violetas, Vereda Los Robles, Timbio.

Determinar el tipo y cantidad de alcohol producida mediante la fermentación y destilación del mucilago

Comparar mediante una caracterización cualitativa los efectos causados por vertimientos de aguas mieles a los ecosistemas y efectos en la obtención de bioetanol analizando los impactos que se generan mediante este procedimiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



1 kg café = 91 ml mucilago



- Deficiencia de O₂.
- Mal olor



- Producción de biogás
- Alimento para cerdos
- Usos en la gastronomía
- Abonos
- Etanol
- Entre otros.

PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Qué impacto se genera mediante la obtención de etanol a partir de los residuos líquidos (mucilago) en el beneficio de café?



MARCO TEORICO

Obtención de alcohol

Densidad= 0,789 g/cm³

Índice de refracción 1,361

Análisis fisicoquímico

Resolución 0631/2015

Análisis microbiológica

Guía N°1 del laboratorio de microbiología (Examen bacteriológico del agua)

Análisis macroinvertebrados

Clase	Calidad	Valor del BMWP	Significado	Color
I	Buena	>= 150	Aguas muy limpias	Blue
		123-149	Aguas no contaminadas	Light Blue
II	Aceptable	71-122	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	Green
III	Dudosa	46-70	Aguas moderadamente contaminadas	Yellow
IV	Crítica	21-45	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy crítica	<20	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	Red

Clase	Calidad	Valor del ASPT	Significado	Color
I	Buena	> 9 - 10	Aguas muy limpias	Blue
		>8 - 9	Aguas no contaminadas	Light Blue
II	Aceptable	>6.5 - 8	Ligeramente contaminadas: se evidencian efectos de contaminación	Green
III	Dudosa	>4.5-6.5	Aguas moderadamente contaminadas	Yellow
IV	Crítica	>3 - 4.5	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy crítica	1 - 3	Aguas fuertemente contaminadas, situación crítica	Red

Evaluación de impacto ambiental del proceso

Alteración negativa importante



Alteración negativa poco importante



Alteración positiva



MAGNITUD 1-10

IMPORTANCIA 1-10

METODOLOGÍA

La metodología asociada a este estudio es la investigación descriptiva, donde se pretende describir, medir y correlacionar los datos obtenidos.

DISEÑO DE CAMPO Y ANALISIS DE LABORATORIO

OBTENCION DE ETANOL

Mucilago de café

Pasteurización

Inoculación
Saccharomyces cereviceae

Fermentación

Destilación

Oxidación

ANALISIS DE FISICOQUIMICA

DBO, DQO, °T,
OD, pH, NO₃,
NO₂, SS,
Turbidez,
Conductividad

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Prueba presuntiva

Prueba confirmativa

ANALISIS MACROBIOLÓGICO

BMWP/Col

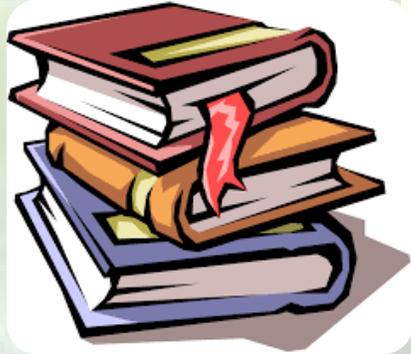
Índices ecológicos

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROCESO

Matriz de Leopold

MATERIALES Y METODOS

FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA



FASE 2. RECONOCIMIENTO AREA DE ESTUDIO



FASE 3. TRABAJO DE CAMPO Y PRUEBAS DE LABORATORIO.

Procedimiento de objetivos



MATERIALES Y METODOS

★ Primer objetivo: Identificar tiempos y % de alcohol

Proceso para fermentación al 2, 4 y 6 % de levadura *Saccharomyces Cereviceae*.

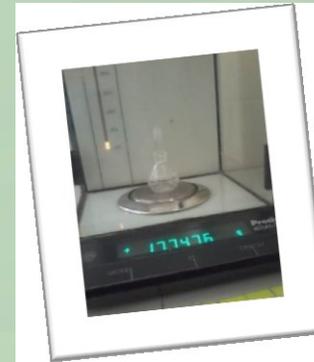
Primer ensayo en campo.



Segundo ensayo. Procedimiento para fermentación en laboratorio.



★ Segundo objetivo: Tipo y cantidad de alcohol



$D=m/v$



°BRIX



$K_2Cr_2O_7$
 $KMnO_4$

MATERIALES Y METODOS

Tercer objetivo: Caracterización cualitativa

Análisis fisicoquímico



Análisis microbiológico



Análisis macroinvertebrados



Índices ecológicos

★ Índice de Margalef

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

★ Índice de Shannon-weaver

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

★ Índice de Sorensen

$$S = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Identificación, valoración y evaluación de los impactos obtenidos

Matriz de impactos

RESULTADOS

Registro de resultado de la primera prueba de fermentación y destilación en las Fincas La Cristalina y Las Violetas

Tratamiento	Densidad g/cm ³ (Picnómetro de 5ml)		°Brix		Refracción		Producto destilado en ml	
	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas
Saccharomyces Cerevisae en 250 ml								
2%	0.98	0.98	15.8	14.1	1.35696	1.35424	17	15
4%	1.15	0.98	16.2	16	1.35744	1.35728	25	14
6%	0.73	0.98	20.5	15.9	1.36468	1.35712	22.1	18

RESULTADOS

Registro de resultado de la segunda prueba de fermentación y destilación Finca La Cristalina y Las Violetas

Tratamiento Saccharomyces Cerevisae en 250 ml	Densidad g/cm ³ (Picnómetro de 5ml)		°Brix		Refracción		Producto destilado en ml	
	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas
2%	0.95	1	18.5	6	1.36136	1.34781	34	26
4%	0.95	0.97	19	7	1.36217	1.34781	45	24.7
6%	0.97	0.97	17	7.1	1.35890	1.34781	25	21



RESULTADOS

Valores de alcohol obtenidos del mucilago de café en la finca La Cristalina y Las Violetas.

Muestra (Tratamiento)	Grado de alcohol % Vol. a 20 °C según manual PCE- Ibérica		Grado de alcohol % Vol. a 20 °C según manual PCE-Ibérica	
	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas
2%	8.60	7.50	10.39	1.97
4%	8.86	8.73	10.72	2.64
6%	11.75	8.67	9.39	2.71

Volumen de alcohol obtenido del mucilago de café

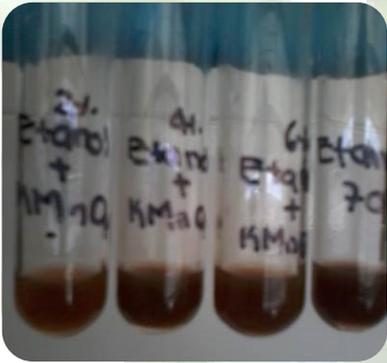
Muestra (Tratamiento)	Vol / alcohol (ml)			
	Primer ensayo		Segundo ensayo	
	La Cristalina	Las Violetas	La Cristalina	Las Violetas
2%	8.60	7.50	10.39	1.97
4%	8.86	8.73	10.72	2.64
6%	11.75	8.67	9.39	2.71



RESULTADOS

PRUEBA DE OXIDACIÓN

KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



Respondiendo a los objetivos tendremos

- Tiempo



- Producto destilado



- Porcentaje de alcohol



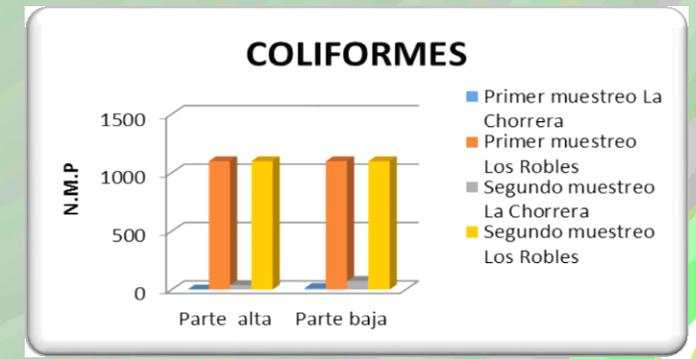
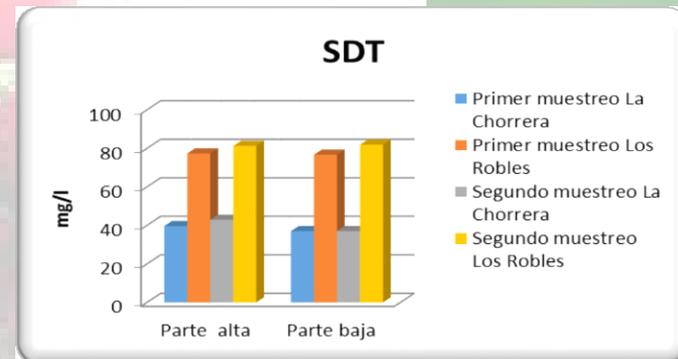
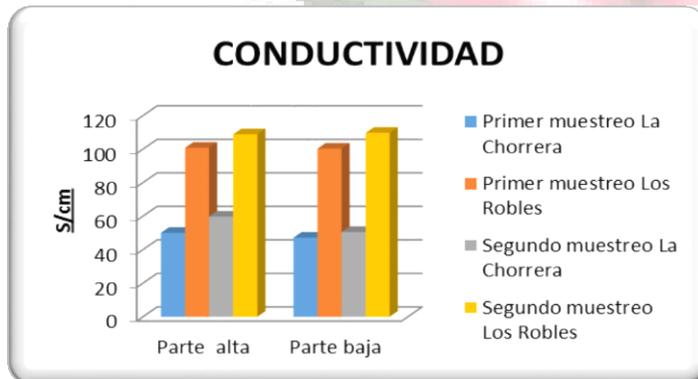
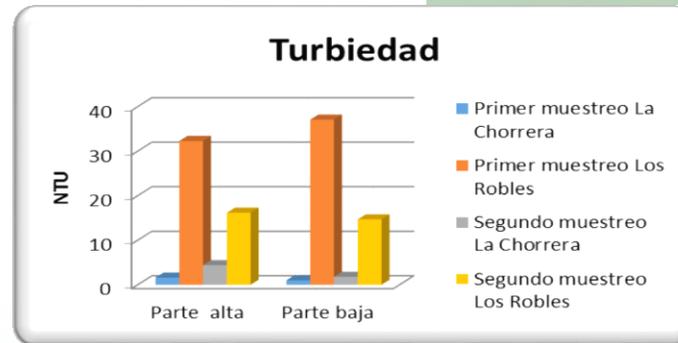
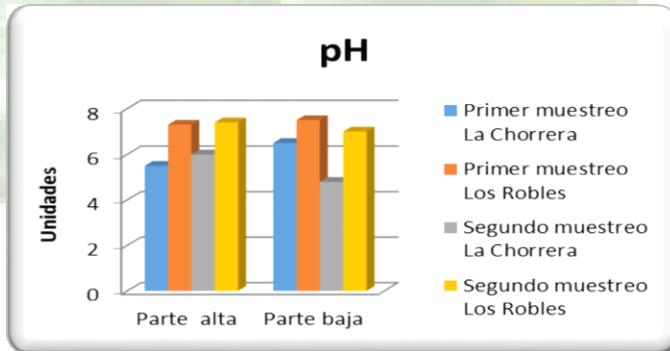
- Tipo de alcohol



RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA QUEBRADA LA CHORRERA EN LA FINCA LA CRISTALINA Y RIO LOS ROBLES EN LA FINCA LAS VIOLETAS.

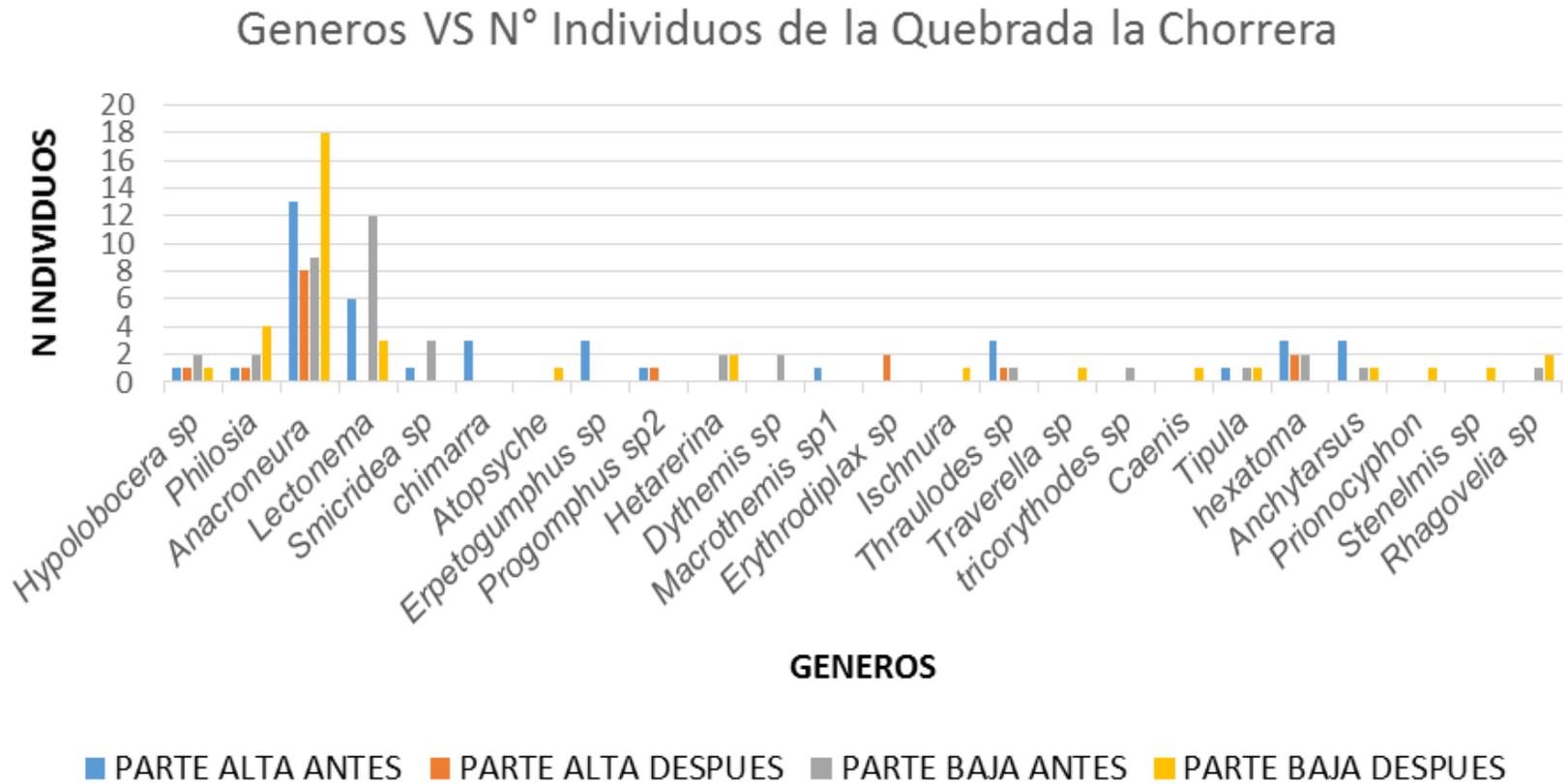
Parámetros físico químicos Finca La Cristalina



RESULTADOS

ANALISIS BIOLOGICO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS

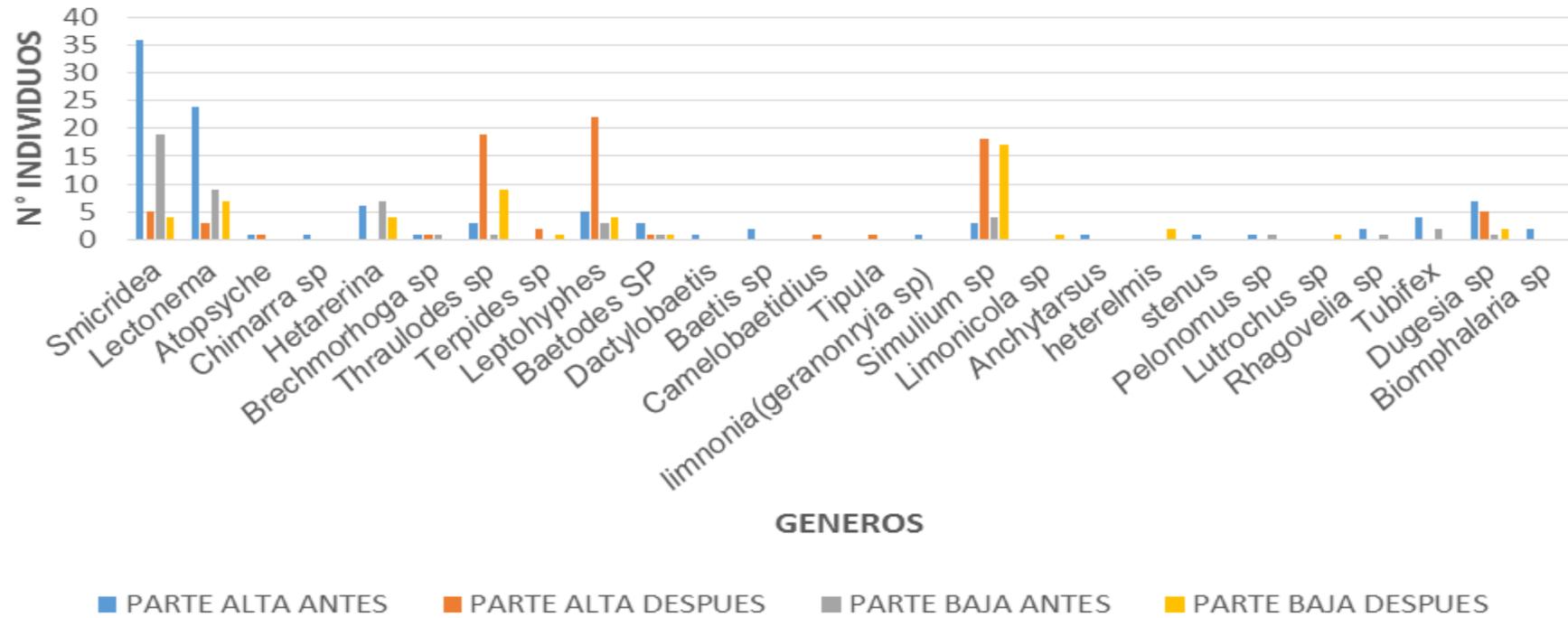
Macroinvertebrados de la Quebrada L a Chorrera



RESULTADOS

Macroinvertebrados del Rio Los Robles

Generos VS N° Individuos de un tramo Rio Los Robles



RESULTADOS

Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP y según el índice ASPT. Para la Quebrada La Chorrera, Finca La Cristalina

INDICE BMWP	MUESTREO PARTE ALTA		MUESTREO PARTE BAJA	
	ANTES DE COSECHA	DESPUES DE COSECHA	ANTES DE COSECHA	DESPUES DE COSECHA
Perlidae	10	10	10	10
Pseudothelphusidae	8	8	8	8
Onycidae	0	0	0	0
Hidrobiosidae	0	0	0	9
Hydropsychidae	7	0	7	7
Philopotamidae	9	0	0	0
Gomphiade	9	9	0	0
Calopterygidae	0	0	7	7
Libellulidae	5	5	5	0
Coenagrionidae	0	0	0	7
Leptohyphidae	0	0	7	0
Leptophlebiidae	9	9	9	9
Caenidae	0	0	0	6
Tipulidae	3	3	3	3
Ptilodactilidae	10	0	10	10
Scirtidae	0	0	0	4
Elmidae	0	0	0	7
Veliidae	0	0	0	0
	70	44	66	87
CLASE	III	IV	III	II
CALIDAD	Dudosa	Crítica	Dudosa	Aceptable
BMWP	46-70	21-45	46-70	61-100
SIGNIFICADO	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas muy contaminadas	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas ligeramente contaminadas
COLOR	Yellow	Red	Yellow	Dark Green
ASPT	7.7	7.3	7.3	7.2
CLASE	II	II	II	II
VALOR DEL ASPT	>6.5-8	>6.5-8	>6.5-8	>6.5-8
CALIDAD	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
COLOR	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green

Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice BMWP. Y según el índice ASPT. Para el Rio Los Robles e influencia de la finca Las Violetas.

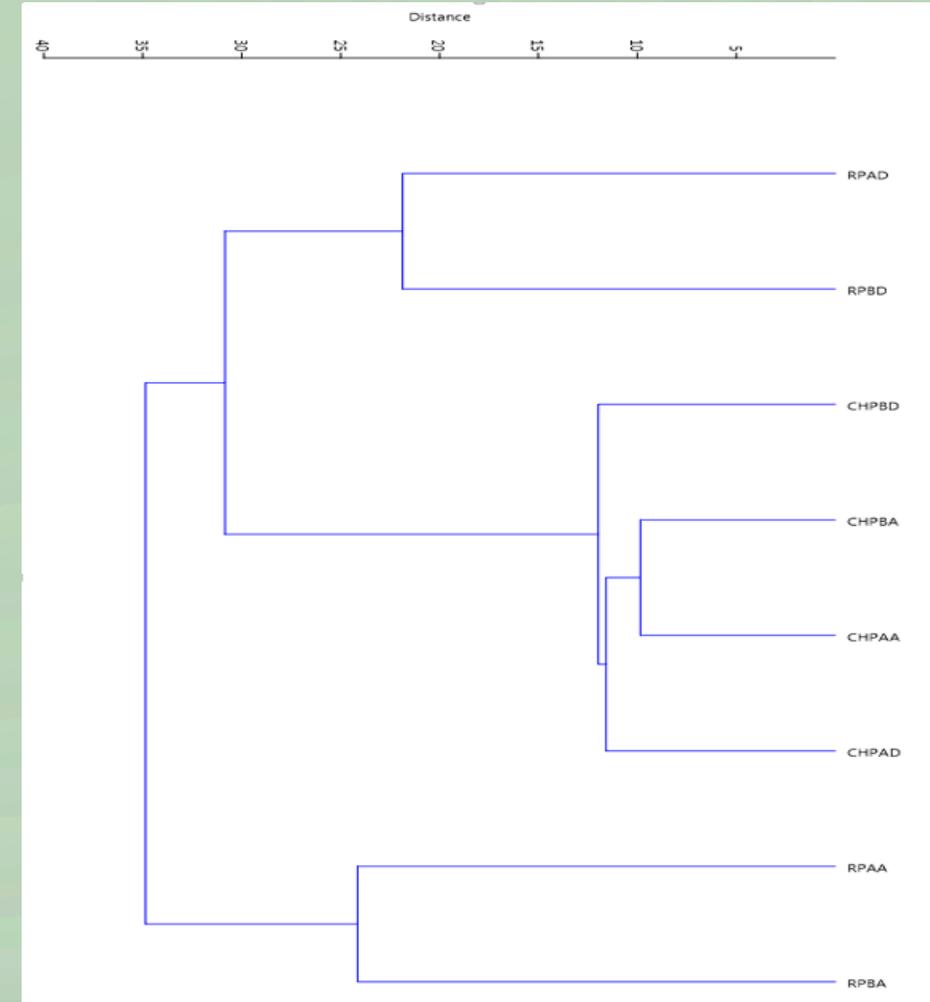
INDICE BMWP	MUESTREO PARTE ALTA		MUESTREO PARTE BAJA	
	ANTES DE COSECHA	DESPUES DE COSECHA	ANTES DE COSECHA	DESPUES DE COSECHA
Hidropsychidae	7	7	7	7
Hydrobiosidae	9	9	0	0
Phylopótamidae	9	0	0	0
Calopterygidae	7	0	7	7
Libellulidae	5	5	5	0
Leptophlebiidae	9	9	9	9
Leptohyphidae	7	7	7	7
Baetidae	7	7	7	7
Tipulidae	3	3	0	0
Simuliidae	5	5	5	5
Blephariceridae	0	0	0	10
Ptilodactilidae	10	0	0	0
Elmidae	0	0	0	7
Staphylinidae	6	0	0	0
Dryopidae	6	0	6	0
Lutrochidae	0	0	0	6
Tubificidae	1	0	1	0
Dugesidae	6	6	6	6
Planorbidae	5	0	0	0
	102	58	60	71
CLASE	II	III	III	II
CALIDAD	Aceptable	Dudosa	Dudosa	Aceptable
BMWP	71-122	46-70	36-60	61-100
SIGNIFICADO	Aguas ligeramente contaminadas	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas ligeramente contaminadas	Aguas ligeramente contaminadas
COLOR	Dark Green	Yellow	Yellow	Dark Green
ASPT	6.3	6.4	6.0	7.1
CLASE	III	III	III	II
VALOR DEL ASPT	>4.5-6.5	>4.5-6.5	>4.5-6.5	>6.5-8
CALIDAD	Dudosa	Dudosa	Dudosa	Aceptable
COLOR	Yellow	Yellow	Yellow	Dark Green

RESULTADOS

Índices ecológicos de la Quebrada La Chorrera, Finca La Cristalina y el Río Robles tramo en la finca Las Violetas

INDICES	CHORRERA				LOS ROBLES			
	ANTES		DESPUES		ANTES		DESPUES	
	PARTE ALTA	PARTE BAJA						
Taxa	8	6	9	9	9	5	8	6
Margalet	3	2	3	3	4	2	3	3
Shannon	2	1	2	2	2	2	2	2
Sorensen	0.39		0.41		0.27		0.46	

Dendrograma de agrupamiento de La Quebrada La Chorrera y el Río Los Robles



CONCLUSIONES

- Como conclusión en este trabajo se tiene que es posible obtener alcohol a partir del mucilago y las aguas mieles del café mediante la fermentación y destilación y de ser posible es una alternativa sostenible y sustentable a nivel local, regional global.
- Se considera viable porque se reutiliza un residuo que es considerado desecho por uno de aprovechamiento, que además podría ser ayudante en los biocombustibles, disminuyendo efectos adversos en la atmosfera.
- Cada vez se generan más aprovechamientos de los subproductos del café aumentando y valorizando la cadena productiva del café.
- Es necesario contar con el apoyo de los propietarios de las fincas abastecedoras del mucilago, para emplear mejores tiempos de trabajo y mejores resultados.

CONCLUSIONES

- La maduración del fruto de café y la cantidad de agua contenida en el mucilago cuando se hace el lavado afecta la concentración de azúcares favorables para la obtención de alcohol, igualmente otras características importante a tener en cuenta son la variedad y la altitud de siembra de cultivo.
- Cada vez se generan más aprovechamientos de los subproductos del café aumentando y valorizando la cadena productiva del café.
- Cada causa nueva en pro del mejoramiento de la calidad del proceso productivo del café no solo mejora la calidad de vida del caficultor sino del medio, donde se ve afectado positivamente el ámbito social, ambiental y económico.

CONCLUSIONES

- En la caracterización cualitativa realizada se obtuvo resultados fisicoquímicos, microbiológicos y de macroinvertebrados que indican que las aguas de La Quebrada La Chorrera y el Rio Los Robles son de aceptable a dudosa calidad, por lo que no son recomendadas para consumo humano, donde se evidenció presencia *E. coli* bacteria presente en la heces humanas y macroinvertebrados del genero *Dugesia* y *Tubifex* indicadoras de aguas contaminadas a muy contaminadas.
- La quebrada La Chorrera fue representada con una riqueza de individuos del genero *Anacronera sp.* Indicadora de aguas limpias y en su deficiencia con genero *Lectonema sp* resistentes a aguas contaminadas.
- En cuanto a la diversidad se encontró que aunque es escasa el mejor sitio muestreado y representado fue el Rio Los Robles contando con individuos resistentes a alta contaminación como Tubificidae y Tipulidae, como a la de aguas moderadamente limpias como Ptilodactilidae.
- Por otra parte la matriz de impactos de Leopold muestra que dentro de las actividades para la obtención de alcohol por fermentación y destilación a nivel de laboratorio no se hallaron impactos altamente significativos, solo se observa que el impacto significativo positivo que se da mediante el beneficio por los subproductos resultantes y que no tienen ningún post tratamiento.

RECOMENDACIONES

- Es necesario seguir estudiando estos subproductos ya que son recursos disponibles a nuestro alcance, pero que son valorados como una gran fuente de investigación.
- Los mejores resultados se darían si se pudiera tener control en la recolección del fruto maduro el cual contiene mejor concentración de azúcares
- Tener mejor concentración en la fermentación y sus tiempos e igualmente utilizando siempre inoculación de levaduras.
- Para mejores resultados en la destilación, es necesario concentrarse en cada tratamiento de peso/peso de 2%, 4% y 6% de *Sacharomyces Cerviacea*, debido a que cada plancha calentadora que se utilizó no funcionaba de la misma manera lo que afectaba comportamiento en la destilación.
- Es necesario contar en el laboratorio con más implementos para esta clase de actividades y así lograr mejores resultados o resultados verídicos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer más análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de macroinvertebrados en estos sistemas loticos, y conocer su condición debido a que cuando falte el servicio del acueducto será necesario recurrir a ellos.
- La muestra para análisis de macroinvertebrados es mejor realizarla en época seca, debido que con las lluvias puede haber arrastre de ellos, perdiendo individuos indicadores, como también atrayendo a otros.
- Al final del documento en anexos se hallan otras alternativas de manejo y tratamientos para aguas mieles, mucilago y pulpa de café, para tener en cuenta.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ A, Luisa F. Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C; 2005. 9, p. Disponible en internet: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31357>
- ARIAS & RUIZ. *Fermentación alcohólica de mucilago de café con levadura Saccharomyces Cerevisiae*. 2001; GÓMEZ & MORALES. Producción de alcohol etílico a partir del mucilago de café. 2006; RODRÍGUEZ. Producción de etanol a partir de los subproductos del café. 2009. Citado por PAREDES H, Juan Jacobo. Mejoramiento del balance de energía en la producción de etanol de aguas mieles del café. (Revista digital INNOVARE). Laureate International Universities Unitec. 2012. 19, p. Disponible en internet: <http://innovare.unitec.edu/wp-content/uploads/2013/08/Articulo2.pdf>.
- ARMAS F, Eduardo A; CORNEJO M, Nubia C & MURCIA Z, Karina M. Propuesta para el aprovechamiento de los subproductos del beneficiado del café como una alternativa para la diversificación de la actividad cafetalera y aporte de valor a la cadena productiva. Título de grado (Ingeniero Industrial). Universidad de el Salvador. 2008. 70 p.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. CAR. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. 2012. 45, p. Disponible en internet: http://www.academia.edu/15459713/Los_Macroinvertebrados_omo_Bioindicadores_de_la_Calidad_Del_Agua.
- CORREDOR AVELLA, German. “Tablero de comando” para la promoción de los biocombustibles en Colombia”. CEPAL. 7, p. En internet: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3649/1/S2009074_es.pdf
- CORTES M, Elkin; SUAREZ M, Héctor y PARDO C, Sandra. Biocombustibles y autosuficiencia energética. Medellín. 2008. 107, 108, p. Disponible en internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v76n158/a10v76n158.pdf>
- FUNDACIÓN MANUEL MEJÍA. Aseguramiento de la calidad del café en la finca. Modulo, Aseguramiento ¿Cómo mejoro la competitividad del café que produzco en mi finca? 2016. 10, p.
- FUNES *et al*. Producción de bioetanol a partir del mucilago de café (*Coffea arábica*. I). CURC. UNAH. Comayagua. Honduras. 2011. 15, p. Disponible en internet: <http://www.lamjol.info/index.php/RCT/article/viewFile/1068/899>

BIBLIOGRAFÍA

- GRADUACION ALCOHOLICA. Disponible en internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Graduaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica
- GUZMAN M, Carlos D. Estandarización de producción de bio-etanol a base de mucilago de café en la planta de biocombustibles del tecno-parque Yamboro del SENA Pitalito Huila. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). UNAD. Escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería. 2014. 7, p. Disponible en internet: <https://repository.unad.edu.co/retrieve/4119/83258559.pdf>
- MANUAL DE INSTRUCCIONES PCE-Oe. 4, p. En internet: <https://www.pce-instruments.com/french/slot/4/download/92648/manual-pce-oe.pdf>
- MARTINES G, Nicolás. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del Balneario Hurtado, Rio Guatapuri, Valledupar-Cesar. Trabajo de grado. (Título de especialista). Bucaramanga, Santander.: Universidad Industrial de Santander. 2010. 23, p. Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/314712527/Tesis-Rio-Guatapuri>
- MATRICES CAUSA –EFECTO. LA MATRIZ DE LEOPOLD. 3, p. Disponible en internet: s81c843597189ba68.jimcontent.com/download/version/.../matrizdeleopold.pdf
- MONTENEGRO G, Daniel F y ORDOÑEZ, José J. Obtención de alcohol a partir de la fermentación del lixiviado de residuos orgánicos de mango (*Mangifera indica*), papa (*Solanum tuberosum*), piña (*Ananas comosus*), platano (*Musaceae*) y lulo (*Solanum quitoense* lam) provenientes de la galería La Esmeralda en el Municipio de Popayán. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Facultad de Ingeniería. 2012. 31, 97, p.
- RODRIGUEZ V, Nelson; ZAMBRANO F Diego A. Producción de alcohol a partir del mucilago de café. Revista Cenicafe 62 (I): 56-69. 2011. 57, p. Disponible en internet: [http://www.cenicafe.org/es/documents/Rev.62\(1\).art.5.Produccion.de.alcohol.pdf](http://www.cenicafe.org/es/documents/Rev.62(1).art.5.Produccion.de.alcohol.pdf)
- ROLDAN P, G. Fundamentos de Limnología Neo Tropical. 1° Edición.1992. Citado por MARTINES G, Nicolás. Macroinvertebrados acuáticos como sistema de evaluación de contaminación del Balneario Hurtado, Rio Guatapuri, Valledupar-Cesar. Trabajo de grado. (Título de especialista). Bucaramanga, Santander. Universidad Industrial de Santander. 2010. 23, p.
- ROLDAN. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. 2003. Citado por: GIL G, Julie A. Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la del Rio Garagoa. Trabajo de investigación (Título de Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas. 2014. 21, p.



GRACIAS

