



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**EVALUACIÓN MULTIVARIABLE DE NUTRIENTES EN LOS
SEDIMENTOS DE LA LAGUNA “SANTA TERESITA DEL
CANTÓN GUANO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: FRASHER ALEJANDRO ESTRELLA HUEBLA
DIRECTOR: ING. ANDRÉS BELTRÁN

Riobamba- Ecuador

2017

© 2017 Frasher Alejandro Estrella Huebla.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **EVALUACIÓN MULTIVARIABLE DE NUTRIENTES EN LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA “SANTA TERESITA DEL CANTÓN GUANO” 2016 -2017** de responsabilidad de la egresada Frasher Alejandro Estrella Huebla, ha sido prolijamente revisado por lo Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Andrés Beltrán DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
BQF. Graciela Guerrero MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Frasher Alejandro Estrella Huebla declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Frasher Alejandro Estrella Huebla

060388880-1

Yo, Frasher Alejandro Estrella Huebla soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación, el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Frasher Alejandro Estrella Huebla.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Pedro Estrella, mi MADRE Mirian Huebla, mi HERMANA Estefany Estrella.

Un agradecimiento especial a mi grupo de trabajo como es el Ing. Andrés Beltrán y la BQF Graciela Guerrero, por quienes con paciencia y dedicación fueron los que aportaron con su grano de arena para lograr la culminación de este trabajo de titulación.

FRASHER ESTRELLA

DEDICATORIA

A la parte fundamental de mi vida que son mis padres y mi hermana ya que ellos son el motor que me impulsan a seguir luchando por todos mis sueños y estar siempre apoyándome de una forma incondicional.

A mis amigos y amigas por estar en los momentos buenos malos de todo el transcurso de este sueño y por demostrarme una amistad verdadera.

FRASHER ESTRELLA

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	xvii
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	xviii

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.2. Bases teóricas.....	2
<i>1.3 Evaluación multivariable</i>	<i>2</i>
<i>1.3.1 Descripción de Datos Multivalentes</i>	<i>2</i>
<i>1.3.1.1 Tipos de Variables.....</i>	<i>2</i>
<i>1.3.1.2 Variables cualitativas.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.1.3 Variable cualitativa ordinal o variable cuasi cuantitativa:</i>	<i>3</i>
<i>1.3.1.4 Variable cualitativa nominal:</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Análisis de componentes principales:.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2.1 Análisis Factorial:</i>	<i>3</i>
1.3.3 Muestreo Aleatorio:	4
1.3.4 Sedimentos:.....	4
<i>1.3.4.1 Clasificación de los sedimentos:.....</i>	<i>5</i>
<i>1.3.4.2 Relación sedimentos-eutrofización</i>	<i>5</i>
1.3.5 Eutrofización	6
<i>1.3.5.1 Efectos de la Eutrofización</i>	<i>6</i>
<i>1.3.5.2 Tipos de Eutrofización</i>	<i>7</i>
<i>1.3.6 Macronutrientes</i>	<i>7</i>
<i>1.3.7 Nitritos</i>	<i>7</i>
1.3.8 Nitratos.....	8
1.3.9 Fósforo.....	8
<i>1.3.9.1 Ciclo del Fósforo.</i>	<i>9</i>

1.3.10	Potasio	10
1.3.11	Nitrógeno.....	10
1.3.12	Materia orgánica	12
1.3.13	pH	13

CAPÍTULO II

2.	<i>MARCO METODOLÓGICO</i>	14
2.1	<i>Tipo y diseño de la investigación</i>	14
2.2	<i>Unidad de análisis</i>	14
2.3	<i>Población de estudio</i>	14
2.4	<i>Tamaño de la muestra</i>	14
2.5	<i>Selección de la muestra</i>	15
2.6	<i>Técnicas de recolección</i>	15
2.7	<i>Actividades de campo</i>	15
2.8	<i>Puntos de muestreo</i>	16
2.9	<i>Descripción de los puntos de muestreo</i>	16
2.10	<i>Toma de Muestras</i>	17
2.11	<i>Procedimiento</i>	18
2.11.1	<i>Actividades necesarias para el muestreo</i>	18
2.11.2	<i>Registro de campo</i>	18
2.12	<i>Procedimiento para la toma de las muestras</i>	19
2.13	<i>Análisis de laboratorio</i>	19
2.14	<i>Nitratos</i>	20
2.14.1	<i>Método de análisis (ESPECTROFOTOMÉTRICO)</i>	20
2.15	<i>Nitritos</i>	21
2.15.1	<i>Método de análisis (ESPECTROFOTOMÉTRICO)</i>	21
2.16.	<i>Fósforo</i>	22
2.16.1	<i>Método de análisis (COLORIMÉTRICO)</i>	22
2.16	<i>Potasio</i>	24
2.17.1	<i>Método de análisis (Absorción Atómica)</i>	24

2.17	Nitrógeno	25
2.18.1	<i>Método de análisis (Volumétrico)</i>	25
2.19	<i>Materia Orgánica</i>	26
2.19.1	<i>Método de análisis (Volumétrico)</i>	26
2.20	<i>pH</i>	27
2.20.1	<i>Método de análisis (Potenciómetro)</i>	27
2.21	<i>Análisis de datos mediante la metodología del software SPSS</i>	29
2.21.1	<i>Análisis de componentes principales.</i>	29
2.21.2.	<i>Análisis factorial</i>	29

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.1	Resultados:	30
3.2	Análisis estadísticos	35
3.2.1	<i>Análisis de componentes principales</i>	35
3.2.1.1	<i>Análisis factorial</i>	35
3.2.1.2	<i>Análisis factorial (Reducción de Potasio)</i>	41

	CONCLUSIONES	48
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	49
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1-1	Valor de niveles de fosforo en suelos (sedimentos).....	9
Tabla2-1	Valor de niveles de Potasio en suelos (sedimentos)	10
Tabla3-1	Valor de niveles de Nitrógeno en suelos (sedimentos).....	11
Tabla4-1	Valor de niveles de Materia orgánica en suelos (sedimentos).....	13
Tabla5-1	Interpretación de valores del pH.....	13
Tabla1-2	Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de la laguna “Santa Teresita del Canto Guano.....	16
Tabla 2-2	Criterios para determinar la calidad del suelo en cuanto al contenido de fósforo. .	24
Tabla 3-2	Interpretación de resultados de la lectura de absorción atómica del K en una muestra de sedimento.	25
Tabla4-2	Interpretación de valores de pH.....	29
Tabla 1-3	Resultados de los análisis de laboratorio del mes de noviembre del 2016	30
Tabla 2-3	Interpretación de resultados del pH	30
Tabla 3-3	Interpretación de resultado de los nutrientes	30
Tabla 4-3	Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Diciembre del 2016	31
Tabla 5-3	Interpretación de resultados del pH	31
Tabla 6-3	Interpretación de resultados de los nutrientes.	31
Tabla 7-3	Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Enero del 2017.....	32
Tabla 8-3	Interpretación de resultados del pH	32
Tabla 9-3	Interpretación de resultados de los nutrientes.	32
Tabla 10-3	Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Febrero del 2017	33
Tabla 11-3	Interpretación de resultados del pH	33
Tabla 12-3	Interpretación de resultados de los nutrientes.	33
Tabla 13-3	Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Marzo del 2017	34
Tabla 14-3	Interpretación de resultados del pH	34
Tabla 15-3	Interpretación de resultados de los nutrientes.	34
Tabla 16-3	Estadísticos descriptivos	35
Tabla 17-3	Matriz de correlaciones.....	36
Tabla 18-3	Prueba de KMO y Bartlett	37
Tabla 19-3	Comunalidades.....	38
Tabla 20-3	Matriz de componentes rotados	40
Tabla 21-3	Estadísticos descriptivos	41
Tabla 22-3	Matriz de correlaciones.....	42
Tabla 23-3	Prueba de KMO y Bartlett	43
Tabla 24-3	Comunalidades.....	44
Tabla 25-3	Varianza Total explicada.	45
Tabla 26-3	Matriz de componentes rotados.	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-1 Ciclo del fósforo	9
Grafico 2-1 Transformaciones biogeoquímicas	11
Grafico 3-1 Ciclo del nitrógeno	12
Grafico 1-3 de sedimentación	39
Grafico 2-3 de sedimentación	46

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1	Actividad de campo	15
Fotografía 2-1	Puntos de muestreo de la laguna “Santa Teresita del Canto Guano”	17

RESUMEN

El objetivo fue analizar, correlacionar y evaluar los nutrientes, (nitritos, nitratos, potasio, fósforo, nitrógeno, pH y materia orgánica), de los sedimentos de la laguna “Santa Teresita del Cantón Guano” mediante un análisis multivariable. Los mismos que están involucrados directamente en el proceso crónico de eutrofización del recurso hídrico. Para iniciar el trabajo de investigación se establecieron seis puntos de muestreo en la laguna “Santa Teresita del cantón Guano”, que se tomaron de forma aleatoria con una repetición de una por cada mes durante cinco meses, una vez recolectadas la muestras de sedimentos se analizaron los nutrientes que son el objeto de estudio. Obtenidos los resultados de los análisis de laboratorio de los nutrimentos se observa que el fósforo tiene valores altos. Se procede a realizar la evaluación multivariable, con la ayuda del software SPSS el mismo que nos permitió demostrar que existen correlaciones entre los nutrientes. El análisis factorial nos muestra que efectivamente existen nutrientes importantes que se agruparon en un componente que se le denominó macronutrientes, fosforo, materia orgánica, nitrógeno, nitratos, pH. Por lo que se concluye que las técnicas multivariadas aplicada en la investigación fueron de gran ayuda para demostrar la correlación alta entre los nutrientes fosforo, materia orgánica y nitrógeno. Finalmente se recomienda la capacitación y concientización del uso y el abuso del recurso hídrico así como gestionar los recursos por parte de las autoridades competentes para su recuperación y posible dragado.

Palabras clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <BIORREMEDIACIÓN>, <NUTRIENTES>, <SEDIMENTOS>. < EUTROFIZACIÓN >, <RECURSO HÍDRICO>, <EVALUACIÓN MULTIVARIABLE>, <CORRELACIONES>.

ABSTRACT

The objective was to analyze, correlate and evaluate the nutrients (nitrites, nitrates, potassium, phosphorus, nitrogen, pH and organic matter) of the sediments of the "Santa Teresita lagoon of the Guano Canton" through a multivariable analysis. The same ones that are directly involved in the chronic eutrophication process of the water resource. To start the research work, six sampling points were established in the "Santa Teresita lagoon of the Guano Canton", which were randomly taken with a repetition of one for each month for five months, once the sediment samples were collected, the nutrients were analyzed which are the object of study. The results of the laboratory analysis of the nutrients were gotten and it is observed the phosphorus has high values. The multivariable evaluation was carried out with the help of the SPSS software, which allowed us to prove that there are correlations between the nutrients. The factorial analysis has shown that there are indeed important nutrients that were grouped together in a component called macronutrients, phosphorous, organic matter, nitrogen, nitrates, pH. The research paper concluded that the multivariable techniques applied in the research were of great help to demonstrate the high correlation between the nutrients phosphorus, organic matter and nitrogen. Finally, training and awareness of the use and abuse of water resources is recommended, as well as the management of resources by the competent authorities for their recovery and possible dredging.

Keywords: <BIOTECHNOLOGY>, <BIOREMEDIATION>, <NUTRIENTS>, <SEDIMENTS>, <EUTROPHICATION>, <WATER RESOURCE>, <MULTIVARIABLE EVALUATION>, <CORRELATIONS>.

INTRODUCCIÓN

La laguna “Santa Teresita” está ubicada en el Ecuador, provincia de Chimborazo , cantón Guano en la Zona 17 de América del Sur delimitada por las coordenadas UTM _WGS84, (763257; 9820946) a una altura de 2741 m.

Se encuentra en un valle que en épocas pasadas debió haber sido un punto de encuentro para la recreación, pero que en la actualidad se puede observar que en sus alrededores existe presencia de especies que no son parte del ecosistema natural de la laguna esto debido a la actividad antrópica que se realiza ahí.

En este valle es predominante una vegetación del tipo arbustiva, herbácea y en menor cantidad arbórea.

El recurso hídrico se encuentra en un proceso crónico de eutrofización, por excesiva carga de nutrientes en los sedimentos y cargas orgánicas en las orillas, debido a la actividad antrópica en sus alrededores que generan lixiviación de nutrientes, aguas residuales e inundaciones a la laguna, además aledaño al recurso hídrico, existen pastizales por lo que hay un excesivo pastoreo, es decir también contribuyen a este proceso de eutrofización, es notable la desertificación de un sector junto a la laguna por causa de la lixiviación de nutrientes los cuales también provoca la propagación de malos olores en el sector por la presencia de estas actividades agrícolas en la zona.

En las laderas de esta laguna se observa salinidad siendo otro factor que aumenta los nutrientes, este incremento provoca la disminución del espejo de agua por el crecimiento excesivo de totora, que es una planta invasiva.

Actualmente La “Laguna Santa Teresita del Cantón Guano” no cuenta con una evaluación para determinar la calidad de su agua, por lo tanto no se conocen los niveles de los nutrientes presentes en sus sedimentos, sin tener datos reales no se puede emprender un plan de acción para su posterior dragado si es necesario.

“Los depósitos de sedimentos en los lagos funcionan bien sea como fuente o como reserva de muchos de los nutrientes esenciales involucrados en el proceso de eutrofización. El intercambio de nutrientes entre los sedimentos y el agua sobreyacente depende de las características químicas del agua y de las del sedimento” (Wetzel, 1983 pág. 45).

“Este compartimiento ecosistémico actúa como una reserva tampón de nutrientes para la columna de agua, pues por un lado amortigua los aumentos de nutrientes en el medio provenientes de los aportes directos y/o de la descomposición de materia orgánica, reteniendo una parte de los mismos. De otro lado, compensan los déficits de nutrientes en periodos de alta demanda biológica, liberando parte de estas formas retenidas”. (CARMOUZE, 1994, pág. 82)

Además, la energía externa disponible en el ambiente o en el sistema se refleja en las características del sedimento; por ello, la composición de los materiales de origen alóctono o autóctono y la velocidad con que se acumulan expresa la actividad del lago como receptor de una cuenca y como centro de actividad biológica. (MARGALEF, 1983 págs. 33-34)

El sedimento ha sido muy poco utilizado en la caracterización de ecosistemas lacustres y fue Naumann (1930) quien lo utilizó para la tipología de lagos por primera vez.

Según este autor, sedimentos ricos en compuestos de fósforo, nitrógeno y materia orgánica de origen autóctono son típicos de lagos eutróficos, mientras que sedimentos con baja concentración de compuestos fosfatados, nitrogenados y de materia orgánica caracterizan lagos oligotróficos.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con el desarrollo de este proyecto de investigación, podemos analizar, evaluar, relacionar y correlacionar parámetros que producen la eutrofización, y al desarrollarlos se puede obtener datos reales de los niveles de nutrientes que se encuentran presentes en la “LAGUNA SANTA TERESITA DEL CANTÓN GUANO”

Con los datos que se obtengan de la evaluación multivariable de nutrientes, permitirán que el Consejo Provincial GADP-CH y en GADM-Guano, conozcan sobre la sensibilidad del recurso hídrico y así gestionar recursos para su intervención y correspondiente dragado si es necesario.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Evaluar los nutrientes en los sedimentos de la laguna Santa Teresita del Cantón Guano para los últimos meses del año 2016 y los primeros del 2017.

Objetivos específicos

- Analizar los nitritos, nitratos, potasio, fosforo, nitrógeno, pH y materia orgánica de la laguna Santa Teresita.
- Evaluar la variabilidad de concentraciones de nutrientes en los sedimentos de la laguna.
- Valorar las variables determinantes en el proceso de eutrofización de la laguna.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.2. Bases teóricas

1.3 Evaluación multivariable

La evaluación multivariable consiste en describir e interpretar datos que resultan de diversas variables estadísticas que se estudian conjuntamente mediante métodos estadísticos y matemáticos.

Los objetivos de la evaluación multivariable son:

- Resumir el conjunto de variables en unas pocas nuevas variables, construidas como transformaciones de las originales, con la mínima pérdida de información.
- Encontrar grupos en los datos si existen.
- Clasificar nuevas observaciones en grupos definidos.
- Relacionar dos conjuntos de variables.

Los métodos de la evaluación multivariable son aplicados en todos los campos científicos para así poder diseñar sistemas de clasificación automática y de reconocimiento de patrones. (Cuadras., 1974. pág. 72)

1.3.1 Descripción de Datos Multivalentes

1.3.1.1 Tipos de Variables.

Una variable se caracteriza por que al momento de ser medida en varios individuos esta puede adoptar diferentes valores.

1.3.1.2 Variables cualitativas

Modalidad, características son distintas cualidades que las variables cualitativas pueden expresar, los resultados de medir una variable cualitativa se puede clasificar en categorías.

Con las variables cualitativas no se pueden obtener resúmenes numéricos como la media, la moda, desviación estándar. (Niglas, 2004 pág. 36)

1.3.1.3 Variable cualitativa ordinal o variable cuasi cuantitativa:

Siguiendo una escala establecida la variable puede tomar distintos valores ordenados, a pesar que no hay necesidad que el intervalo entre mediciones sea uniforme, por ejemplo: Leve, moderado, grave. (Cuadras., 1974. pág. 92)

1.3.1.4 Variable cualitativa nominal:

Los valores no pueden ser sometidos a un criterio de orden en esta variable como por ejemplo los colores o el lugar de residencia. (Cuadras., 1974. pág. 92)

1.3.2 Análisis de componentes principales:

Este análisis estadístico es una técnica matemática que no demanda la hipótesis de normalidad multivariable de los datos, sin embargo, si lo último se presenta puede darse una interpretación mucho más profunda a los componentes. Esto permite estudiar correlaciones que se pueden presentar entre P variables (miden información ordinaria o común), lo que puede originar la transformación del conjunto original de variables en otro conjunto de variables que no estén correlacionadas. (Fernández, 2011 pág. 83)

1.3.2.1 Análisis Factorial:

El análisis Factorial es una técnica que permite reducir datos que sirven para encontrar grupos iguales de variables partiendo de un numeroso conjunto de variables, dichos grupos homogéneos

se forman por las correlaciones entre variables y verificando que unos grupos de variables sean independientes de otros.

1.3.3 Muestreo Aleatorio:

El muestreo aleatorio es un método probabilístico que consiste en que cada elemento o miembro de una misma población tenga las mismas oportunidades de ser seleccionado como sujeto de análisis. (SPINAK, 1996 págs. 71,72)

1.3.4 Sedimentos:

Los sedimentos son los depósitos que se forman en la superficie de la tierra y en el fondo del mar, lagos, lagunas. La formación de sedimentos en gran parte depende de acciones físicas y químicas presentes en la transición roca -atmósfera y roca -agua. (Bernal, 1996 pág. 35)

El proceso natural de la erosión provoca que los sedimentos que se depositan en el fondo de un acuífero sean considerados como un tipo de contaminantes.

Al existir exceso de sedimentos producidos por una alteración de este proceso se convierte en el más extenso agente contaminante en aguas superficiales.

Se estima que los sólidos suspendidos que se encuentran en aguas naturales son al menos 700 veces más que en los sólidos suspendidos provenientes de las descargas de desagüe.

En el proceso de eutrofización los depósitos de sedimentos funcionan como una reserva o fuente de muchos nutrientes esenciales involucrados en el mismo.

El intercambio de nutrientes entre los sedimentos y el agua sobre yacente depende de las características químicas del agua y de las del sedimento.

“Este compartimiento ecosistémico actúa como una reserva tampón de nutrientes para la columna de agua, pues por un lado amortigua el aumento de nutrientes en el medio provenientes de los aportes directos y/o de la descomposición de materia orgánica, reteniendo una parte de los mismos. De otro lado, compensan los déficits de nutrientes en periodos de alta demanda biológica, liberando parte de estas formas retenidas.”

Además, la energía externa disponible en el ambiente o en el sistema se refleja en las características del sedimento; por ello, la composición de los materiales de origen alóctono o

autóctono y la velocidad con que se acumulan expresa la actividad del lago como receptor de una cuenca y como centro de actividad biológica.

1.3.4.1 Clasificación de los sedimentos:

- a) De origen clástico (litogénico)
- b) De origen Biológico (biogénico)
- c) De origen Químico (Hidrogénico)

De origen clástico (litogénico): Los sedimentos de origen litogénico son producto del desgaste de las rocas ya existentes que son como resultado de erupciones volcánicas. Que son trasladadas y transportadas por las corrientes del río y del viento. Su nombre se basa en el tamaño del grano (arcilla, arena, limo, grava). Además existen otros indicadores para clasificar a estos sedimentos, que son el color de los depósitos y su estructura.

De origen biológico biogénico: Los sedimento de origen biogénico son el resultado de restos de organismos, ópalo y fosfato de calcio, Mediante a las lluvias in situ a través de las columnas de agua estos sedimentos llegan al sitio de deposición. La composición química y la variación de tipo de organismo le dan su nomenclatura, así como también su estructura, el color, el tamaño, son indicadores adicionales para su nombre.

De origen químico hidrogénico: Estos sedimentos son producto de las reacciones químicas que ocurren dentro de los depósitos de sedimentos.

1.3.4.2 Relación sedimentos-eutrofización

La acumulación de nutrientes en los sedimentos provoca que la eutrofización sea un problema ya que afecta al sistema acuífero, haciendo que los sólidos suspendidos aumente, así provoca la turbidez del agua, así como también la generación de sustancias tóxicas que producen ciertos microorganismos presentes, el aumento del pH, disminución del espejo de agua. (Roldán & Ramires , 2008 pág. 71)

1.3.5 Eutrofización

Por eutrofización se entiende, la intensificación trófica de las aguas, como resultado de la disponibilidad y utilización acrecentada de nutrimentos. La concentración de nutrientes se incrementa muy fuertemente en las aguas, por el ingreso elevado de fósforo y nitrógeno.

“Si bien el fenómeno de eutrofización que afecta a los sistemas acuíferos son claramente visibles en el agua misma, es sabido de acuerdo a la literatura existente (Lerman, 1978; Löffler, 1979, Margalef, 1984) que este problema en lagos se hace crónico en los sedimentos que con participación de su microbiota actúan como concentradores-liberadores y más aún reguladores del flujo de nutrientes y por ende de la eutrofización”.

Debido a la filtración natural de los nutrientes del suelo y la erosión de las rocas, descargas de detergentes, la escorrentía de fertilizantes inorgánicos y la descarga de aguas residuales parcialmente tratadas o sin tratar.

Adicionalmente se presenta ingreso difuso de suelos utilizados para la agricultura. Esto lleva a una rápida eutrofización de aguas de flujo confinado (lagos). La eutrofización es igual a la elevación de la producción primaria por ingreso de nutrimentos, que al incrementarse estos reducen la cantidad de oxígeno presente en el acuífero esto se debe a que los microorganismos compiten por dichos nutrientes, como factores limitantes pueden ser significativos:

Fósforo (en forma disponible para las plantas)

Nitrógeno (asimilación de N, por algunas cyanobacterias)

(CARMOUZE, 1994, págs. 102,103)

1.3.5.1 Efectos de la Eutrofización

Los efectos que causa la eutrofización en un sistema acuático son:

- Aumento de pH que causa un efecto tóxico de nitritos y amoniacó
- Crecimiento excesivo de algas
- Pérdida del espejo de agua
- Liberación de fósforo
- Presencia de cyanobacterias
- Aumento de nutrientes

1.3.5.2 Tipos de Eutrofización

Existen dos tipos de eutrofización natural y cultural

- Eutrofización Natural

Debido a proceso natural de erosión que presenta el suelo y lixiviación de nutrientes que se van acumulando a la masa de agua, esto produce el envejeciendo geológico de hábitats acuáticos.

- Eutrofización Cultural

Se da por la presencia de la actividad humana la cual con las actividades domésticas, ganaderas, agrícolas, industriales, aportan nutrientes mediante la lixiviación de los mismos hacia el sistema acuífero lo cual acelera el proceso natural de la eutrofización. (Gunkel, 1996 pág. 26)

1.3.6 Macronutrientes

Los macronutrientes son elementos primarios y esenciales para el desarrollo de la flora acuática por eso si estos nutrientes escasearan o no hubiese ninguno de ellos la vida misma de las plantas no se podría dar. La presencia de estos macronutrientes en el suelo se da por las actividades antrópicas, ganaderas y agrícolas los mismos que son lixiviados y se acumulan en el suelo. (CASANELLAS, 2010 pág. 44)

1.3.7 Nitritos

Los nitratos (NO_2^-) están presentes en forma de una sal derivada del nitrógeno que se encuentra en concentraciones bajas y altas en el agua y en el suelo.

Actualmente los nitratos son la fuente principal de contaminación difusa de las aguas (superficiales y subterráneas).

La presencia de los nitratos en los sistemas acuíferos se debe a dos tipos principales de contaminación, puntual y dispersa.

En el caso de la contaminación puntual se debe a factores antropogénicos como son las actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas; lixiviación de vertederos, etc. En la contaminación dispersa o difundida, la actividad agronómica es la principal causa, debido a que las prácticas de abono con fertilizantes (orgánicos o inorgánicos) son generalmente las causantes de la contaminación generalizada de los sistemas acuíferos. (Roldán & Ramires , 2008 pág. 93.94)

1.3.8 Nitratos

Los nitratos (NO_3^-) son compuestos solubles que contienen oxígeno y nitrógeno estos compuestos se derivan de los nitritos (NO_2^-). Su presencia se debe a la utilización excesiva de fertilizantes ricos en nitrógeno que a la vez son lixiviados a los sistemas acuíferos. Estos compuestos también actúan como abono de la flora acuática por lo tanto si estos nutrientes se acumulan y se concentra se va a originar un proceso de eutrofización debido a que el nitrógeno es considerado uno de los principales contaminantes de los sistemas acuíferos.

El principal problema que causan estos compuestos nitrogenados a los sistemas acuíferos (laguna), es la proliferación de varias especies de plantas acuáticas como las algas, totoras y otras plantas verdes que recubren la superficie del agua, esto trae como consecuencia un consumo elevado de oxígeno y reduce el medio perceptible acuático (GONZALES, 2011 pág. 1)

1.3.9 Fósforo

El fósforo es considerado un macro nutriente que se acumula en los sedimentos del fondo acuático de los sistemas acuíferos el cual contribuye para el desarrollo de la flora acuática (totora), el fósforo en los sedimentos se clasifica en fracciones orgánica e inorgánica esto va a depender de que naturaleza son los compuestos. La forma orgánica del fósforo depende mucho de los abonos utilizados como humos y materia orgánica que al filtrarse al sistema acuífero se acumula en el sedimento del mismo, mientras que la fracción inorgánica está formado por compuestos de flúor, aluminio, hierro y calcio. Por lo tanto el fósforo junto con el nitrógeno y el potasio son nutrientes principales para plantas acuáticas y contribuyen a la eutrofización. (PORTA, 2003 págs. 18,19)

Tabla1-1 Valor de niveles de fosforo en suelos (sedimentos)

Nivel	Fósforo (P) mg/kg
Bajo	0-10,0
Medio	11,0-20,0
Alto	>21,0

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

1.3.9.1 Ciclo del Fósforo.

El fósforo cumple un ciclo biogeoquímico en los sedimentos así constituye 95% de las reservas, este fósforo es depositado en los sedimentos de los sistemas acuíferos por medio de la lixiviación de materia orgánica mismo que es asimilado por plantas acuáticas en forma de ortofosfatos (PO₄), el fosforo en forma de compuestos inorgánicos asimilables se depositan en el fondo de los recursos hídricos que se acumulan en el fitoplancton, totoras y algas lo cual es consumido por la vida acuático de la laguna que por medio de las heces el fosforo regresa al sistema acuático. (Roldán & Ramires , 2008 págs. 93,94)

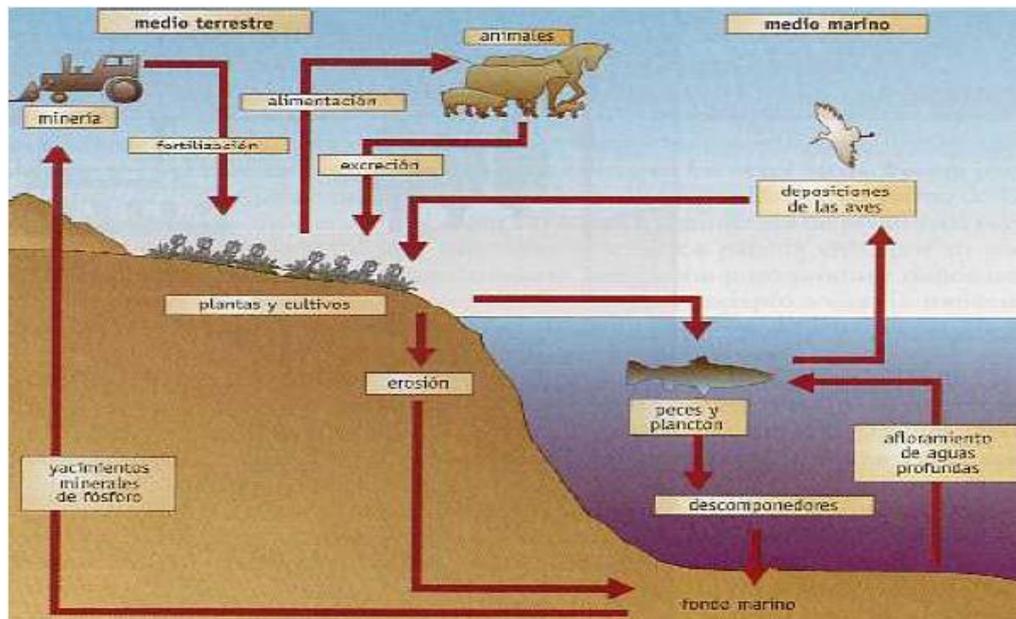


Grafico 1-1 Ciclo del fósforo

Fuente: www.esi.unav/ecologia

1.3.10 Potasio

El potasio es considerado como un macronutriente esencial para el desarrollo de las plantas acuáticas, la presencia de este nutriente en los sedimentos de los sistemas acuíferos se da por la utilización de fertilizantes rico en potasio (K) utilizados para la agricultura que por mediante la escorrentía se filtra hacia el fondo del acuífero así acumulándose y siendo otro factor importante para la eutrofización. Además este compuesto ayuda a que se formen hidratos de carbono por lo tanto es muy asimilable por las plantas acuáticas. (MARTÍNEZ, 2014 pág. 5)

Los niveles de potasio en la sierra y en suelos (sedimentos) se interpretan de la siguiente manera:

Tabla2-1 Valor de niveles de Potasio en suelos (sedimentos)

Nivel	Potasio (K) cmol/kg
Bajo	< 0,2
Medio	0,2-0,38
Alto	>0,4

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

1.3.11 Nitrógeno

El nitrógeno para la vida misma es un elemento esencial que forma parte de las biomoléculas presentes en todos los seres vivos, este elemento es unos de los más abundantes de la tierra en su forma gaseosa (N₂), pero en los suelos y en este caso los sedimentos es escaso esto se debe a su dinámica y a su ciclo biogeoquímico. La presencia en los sedimentos de los sistemas acuíferos de nitrógeno se debe a la materia orgánica que es aprovechada por las plantas y microorganismos del lugar. La demasía presencia de nitrógeno facilita el rápido crecimiento microbiano y acelera la descomposición, lo que causa problemas de olor en condiciones anaerobias. Cuando hay un exceso de nitrógeno este puede ser liberado en forma de amoniaco; en cuanto al nitrógeno que se pueda aprovechar se liberara en forma de gas. Por eso el nitrógeno es un aporte para que se produzca la eutrofización por lo que las plantas se nutren de dicha biomolecula. (Fernandez, 2006 págs. 40,42)

De manera general únicamente el nitrógeno orgánico que está en forma partícula es el cual sufre hidrólisis para poder ser aprovechado por los microorganismos.

El nitrógeno se puede encontrar en el agua en distintas formas las cuales son:

- NID nitrógeno inorgánico disuelto, incluyendo amonio, nitritos y nitratos.
- NO nitrógeno orgánico se lo puedo encontrar en forma disuelta o particulado.

Principales transformaciones biogeoquímicas del nitrógeno dentro del sistema acuífero.

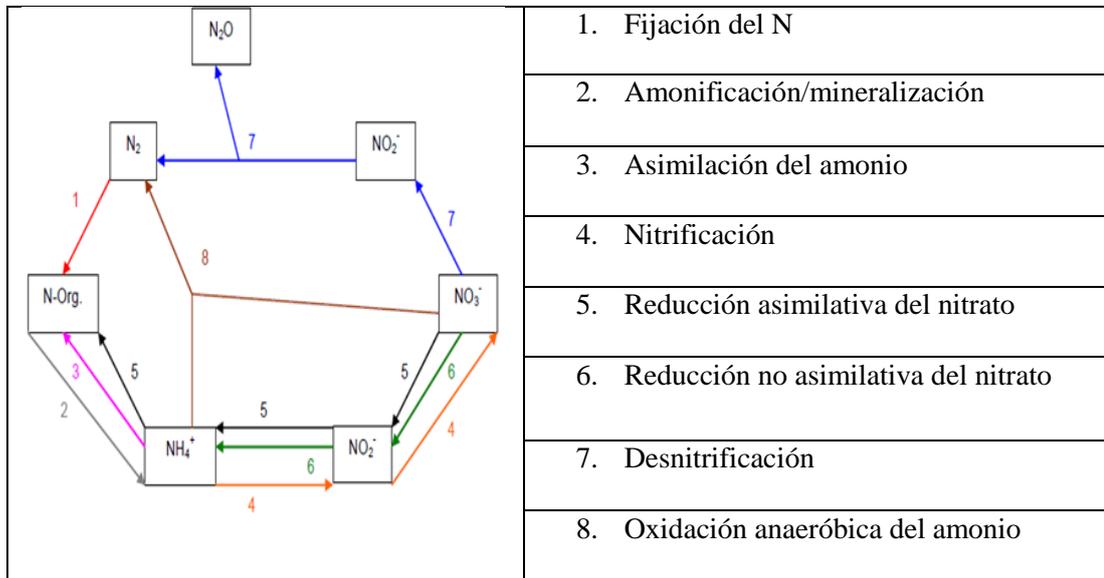


Grafico 2-1 Transformaciones biogeoquímicas

FUENTE: (Comportamiento de los nutrientes en un estuario estratificado., 2003)
Realizado por: Frasher Estrella.

Los niveles de Nitrógeno en la sierra y en suelos (sedimentos) se interpretan de la siguiente manera:

Tabla3-1 Valor de niveles de Nitrógeno en suelos (sedimentos)

Nivel	Nitrógeno (N) %
Bajo	0-0,15
Medio	1,0-2,0
Alto	>0,31

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

1.3.11.1 Ciclo del Nitrógeno



Grafico 3-1 Ciclo del nitrógeno

Fuente: webquest-ciclos biogeoquímicos

Realizado por: Frasher Estrella.

1.3.12 Materia orgánica

La materia orgánica es una fuente rica de macro nutriente como nitrógeno (N), fósforo (P) se encuentra en el suelo y en los sedimentos por el producto de la descomposición de material vegetal y animal (heces), esto hace que varié la textura del sedimento (suelo) y el pH. Siendo el principal componente de la materia orgánica el humus, se clasifica en compuestos húmicos y compuestos no húmicos los segundos conservan los tejidos animales y vegetales lo que hace que su presencia favorece el desarrollo para que se dé una buena estructura, mejorando la capacidad de retención del agua. En el caso de la eutrofización la materia orgánica ayuda a que se acumule una gran cantidad de biomasa en los sistemas acuíferos ya que los suelos húmedos acumulan mayor cantidad de materia orgánica que los suelos secos. (Roldán & Ramires , 2008 pág. 94)

Los niveles de Materia orgánica en la sierra y en suelos (sedimentos) se interpretan de la siguiente manera:

Tabla4-1 Valor de niveles de Materia orgánica en suelos (sedimentos)

Nivel	Materia Orgánica (m.o) %
Bajo	<1,0
Medio	1,0-2,0
Alto	>2,0

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

1.3.13 pH

El pH es un factor químico del suelo y de los sedimentos que tiene un impacto importante en el desarrollo de los seres vivos (microorganismos y plantas). La interpretación del pH hace referencia a la concentración de iones de hidrogeno activos (H^+) que en la interface liquida del suelo se da por la interacción de los componentes líquidos y sólidos. Esta concentración de iones de hidrogeno es fundamental para que se lleve a cabo los procesos químicos, físicos y biológicos del suelo, agua. Además este parámetro influye en la velocidad de los procesos de eutrofización del sistema acuífero y los sedimentos. (Acosta & Lodeiris, 2002 pág. 687)

Según el pH las características del suelo y en esta caso de los sedimentos varían, si el pH es acido eso hace que reduzca la actividad microbiana, cuando el pH es básico eso advierte la presencia de carbonato de calcio por lo cual los suelos presentan bloqueos y antagonismos que dificulta la asimilación del hierro, zinc y magnesio, el pH al ser neutro eso es una condición óptima para el desarrollo de la gran mayoría de plantas acuáticas (totora) ya que en más factible la asimilación de los nutrientes. (Fernandez, 2006 pág. 41)

Tabla5-1 Interpretación de valores del pH

pH	Ácido	Ligeramente ácido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6 – 6,4	6,5 – 7,5	7,6 – 8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación es descriptiva de tipo transversal que busca vincular la relación entre la variable dependiente (los sedimentos de la laguna Santa Teresita del cantón Guano) y la variable independiente (los nutrientes).

2.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis en esta investigación serán los nutrientes (nitratos, nitritos, fósforo, potasio, nitrógeno, materia orgánica, pH) de los sedimentos de la laguna Santa Teresita del cantón Guano.

2.3 Población de estudio

La población de estudio son 30 experimentos de sedimentos de la laguna Santa Teresita del Cantón Guano.

2.4 Tamaño de la muestra

30 experimentos correspondientes a 5 puntos de muestreo seleccionados aleatoriamente con 5 repeticiones (1cada mes)

2.5 Selección de la muestra

La totalidad de la población

2.6 Técnicas de recolección

- Inventarios.

2.7 Actividades de campo

En este trabajo de titulación se realizó cinco visitas a la laguna “Santa Teresita del Cantón Guano” con el intervalo de un mes, para esto realizamos un cronograma de trabajo, que inicio en el mes de noviembre finalizando el mes de marzo. Cada salida de trabajo tenía una duración de un día en el cual las principales actividades fueron la recolección y preservación de las muestras de sedimento posteriormente se trasladaba al laboratorio para los respectivos análisis de nitritos, nitratos, fosforo, potasio, materia orgánica y pH.



Fotografía 1-1 Actividad de campo
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

2.8 Puntos de muestreo

En este trabajo de titulación se realizó la toma de muestras en seis puntos diferentes de la laguna “Santa Teresita del cantón Guano” una cada mes durante cinco meses, con el propósito de dar seguimiento a las variaciones que se puedan dar con el transcurso del tiempo y de los factores ambientales de los nutrientes presentes en los sedimentos.

2.9 Descripción de los puntos de muestreo

Los puntos para la toma de muestras del sedimento del sistema acuífero se seleccionaron de forma aleatoria debida que la población de estudio (Laguna).

Las coordenadas de los puntos donde se recolectaron las muestras de sedimento para su análisis se describen en la siguiente tabla.

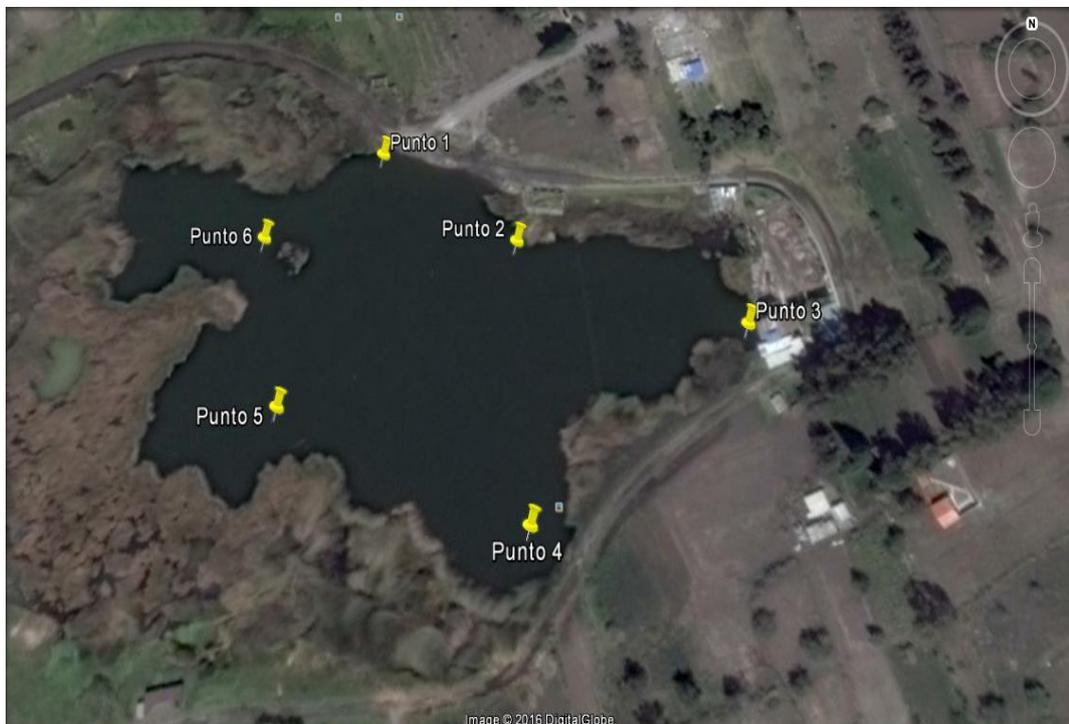
Tabla1-2 Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de la laguna “Santa Teresita del Canto Guano

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM
Punto 1	763245 E 9821008 N
Punto 2	763304 E 9820973 N
Punto 3	763398 E 9820940 N
Punto 4	763310 E 9820874 N
Punto 5	763209 E 9820914 N
Punto 6	763196 E 9820976 N

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Materiales y equipos

- GPS
- Canoa
- Libreta
- Cámara fotográfica
- Laptop
- Programa Google eart
- Flash memory



Fotografía 2-1 Puntos de muestreo de la laguna “Santa Teresita del Canto Guano”
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

2.10 Toma de Muestras

La toma de muestras se realizó con la técnica de muestreo aleatorio, por lo tanto se tomó 6 muestras de sedimentos en seis puntos diferentes de la laguna para lo cual se utilizó una draga petersen la cual nos permite recolectar únicamente sedimento el volumen, la muestra tomada fue de 500 mg/l para su posterior análisis en el laboratorio.

Materiales

- Draga petersen
- Fundas ziploc
- Canoa
- Guantes de látex
- Cooler
- Vehículo
- Gel refrigerante
- Adhesivos para las etiquetas
- Esfero grafico
- Fundas plásticas
- Espátula

2.11 Procedimiento

2.11.1 Actividades necesarias para el muestreo

Antes de salir al campo a realizar la toma de las muestras se sigue los siguientes preparativos:

- Portar una lista de chequeo del material que se va emplear en la toma de muestras.
- Tener plenamente identificado los puntos de muestreo.
- Verificar que los materiales y equipos estén en perfectas condiciones, fundas ziploc sean nuevas y estériles, que la draga petersen funcione correctamente y que el GPS este totalmente calibrado, además contar con la custodia de frio para el transporte de las muestras.
- Contar con el transporte que nos permita movilizarnos hasta el lugar del muestreo y hacia los laboratorios donde se receptaran las muestras.

2.11.2 Registro de campo

La persona que va a realizar debe identificar las muestras con la siguiente información.

- Fecha del muestreo.
- Hora del muestreo.

- Tipo o nombre de que se está muestreando (sedimento).
- Coordenadas o puntos del muestreo.
- Nombre de la persona que realiza el muestreo.

2.12 Procedimiento para la toma de las muestras

- Se realiza un muestreo simple aleatorio que consiste tomar varias muestras de distintos puntos en una misma población en este caso la población a muestrear es la laguna “Santa Teresita del cantón guano”
- Reconocer las coordenadas de los seis puntos donde se va a tomar las muestras, el volumen de la muestra es de 500 mg que se requieren para los parámetros que van a ser analizados.
- Con la ayuda de la draga petersen tomamos seis muestras de sedimento las cuales cada una de ellas se depositan en fundas ziploc debidamente etiquetadas. en distintos puntos el volumen de la muestra es de 500 mg que se requieren para los parámetros que van a ser analizados.
- Una vez tomadas y recolectadas las muestras de sedimento de la laguna se les pone bajo custodia de frio para preservarlas.
- Procedemos a transportarlas hacia los distintos laboratorios.

2.13 Análisis de laboratorio

Los análisis de las muestras de sedimentos se realizaron en laboratorios certificados como son el CESTTA (Centro de servicios técnicos y transferencia tecnológica ambiental) y en AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de aseguramiento del agro) los cuales analizaron los siguientes parámetros:

- Nitritos
- Nitratos
- Fosforo
- Potasio
- Materia orgánica
- pH

2.14 Nitratos

2.14.1 Método de análisis (ESPECTROFOTOMÉTRICO)

Fundamento

Este método nos permite determinar el contenido de nitratos de una muestra de suelo (sedimento), el cual consiste llevar a cabo una extracción de muestra mediante una solución extractora de sulfato de calcio al 0.01 M luego se filtra. (Tsuzuki, 1992 pág. 44)

Materiales y equipo

- Parrilla con agitación
- Bomba de vacío
- Espectrofotómetro
- Balanza analítica
- Matraz
- Embudo
- Papel filtro

Reactivos

- Sulfato de calcio CaSO_4
- Agua desionizada
- NitraVer X

Procedimiento

- Colocamos 6 g de muestra de suelo en un matraz
- Colocamos los matraces en la parrilla y con agitación durante 5 minutos
- Filtramos la muestra a través del embudo
- La muestra filtrada refrigerar hasta que vaya ser analizado.
- Realizamos una muestra blanco para calibrar el espectrofotómetro
- Colocamos la muestra en una celda de vidrio
- La celda de vidrio con la muestra de suelo colocamos en el espectrofotómetro
- Seleccionamos el parámetro a medir en este caso nitratos.

2.15 Nitritos

2.15.1 Método de análisis (ESPECTROFOTOMÉTRICO)

Los nitritos en el suelo son rara vez detectados por lo que su determinación o su análisis es totalmente injustificada, pero debido a la lixiviación de fertilizantes en los sedimento de la laguna en estudio es necesario la determinación de dichos compuestos.

Fundamento

Los métodos para la determinación de iones de nitritos presentes en los suelos (sedimentos) principalmente se guían en la tradicional reacción de Griess (1879) que fue modificada por Llosvay (1889), la cual consistía en convertir el ácido nitroso en una fuente tinturada muy coloreada, con la ayuda del espectrofotómetro obtenemos la absorbancia que es proporcional a la cantidad de nitrito inicialmente presente en la muestra. (Sanches, 1993 pág. 23)

Materiales y equipo

- Espectrofotómetro.
- Celdas de 10 o 1 cm de paso óptico
- Matraz
- Dosificadores o pipetas de 1 ml
- Pipetas aforadas de 25, 10, 5, 2 y 1 ml
- Probetas de 100 y 50 ml
- Matraces aforadas de diferentes capacidades

Reactivos

- Solución de sulfanilamida.
- Solución de diclorbhidrato.
- Solución estándar de nitrito.

Procedimiento

- Colocamos 6g de muestra de sedimento en el matraz.
- Agregamos a cada muestra 0.5 ml de solución de sulfanilamida.

- Mezclar y dejar en reposo entre 2 a 8 minutos.
- Realizamos una muestra blanco para calibrar el espectrofotómetro.
- Colocamos la muestra en una celda de vidrio.
- La celda de vidrio con la muestra de suelo colocamos en el espectrofotómetro.
- Seleccionamos el parámetro a medir en este caso nitritos.

2.16. Fósforo

2.16.1 Método de análisis (COLORIMÉTRICO)

Para la determinación y cuantificación de fósforo (P) se lo realiza mediante colorimetría, este método se utiliza como indicador de fosforo (P) que es aprovechable por suelos de pH neutro y acido (NOM-021-RECNAT-2000).

Fundamento:

Se basa este método en la obtención de las diferentes formas del fósforo que son fácilmente solubles. Este método tiene un límite de detección del fósforo que va d 1 a 10 ppm pero en caso de que se tenga extractos más concentrados se recomienda hacer varias disoluciones hasta obtener mediciones de absorbancia entre 0.02 y 0.05. (JOHN, 2006 pág. 214)

Materiales y equipo

Muestra de suelo (sedimento)

- Pipetas de 1,5 y 10 ml
- Matraces aforados de 0.05 y 1l
- Matraz Erlenmeyer de 1 y 2L
- Centrifuga
- Vortex
- Gradillas
- Tubos de ensayo para la centrifuga de 15ml.
- Tubos de ensayo de 10m
- Probeta de 250 ml.
- Espectrofotómetro visible

Soluciones y reactivos

- Se realiza una mezcla crómica que consiste en pesar 100 g de dicromato de potasio ($2\text{Cr}_2\text{O}_7$) para ser disuelta en 1 L de H_2O destilada. Someter al calor hasta que la disolución del reactivo este completa.
- Se prosigue a preparar una solución madre de fluoruro de amonio (NH_4F).
- 3) Utilizamos ácido clorhídrico (HCL) al $\approx 5 \text{ N}$ lo diluimos 20.2 ml HCL concentrado hasta tener un volumen de 500ml con H_2O estilada.
- Agregamos 460 ml de agua destilada a 15 ml de solución madre de fluoruro de amonio y 25 ml de solución de ácido clorhídrico, lo cual nos da una solución extractora
- Solución tipo fosfato 100mg/L.
- Solución de cloruro estañoso.
- Solución de molibdato de amonio-acido.
- Agua destilada o desmineralizada.

Procedimiento

- Pesar 1 g de suelo (sedimento) por cada muestra, previamente secada y molida la cal se coloca en la centrifuga.
- Se agrega 7 ml de la solución extractora previamente echa y agitar con el Vortex para obtener una homogenización del suelo con la solución extractora.
- Cada muestra sometemos ala centrifugadora por 10 minutos a una revolución de 6000rpm.
- Del sobrante que nos queda tomamos 1ml y se coloca en un tubo de vidrio, añadimos 6 ml de agua destilada y 2 ml de la solución de molibdato y mezclamos bien,
- Tomamos 1 ml de la solución del cloruro de estañoso diluido y nuevamente mezclamos.
- Al pasar de 10 minutos se procede a leer la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 640 nm y todas las lecturas que se realicen deberán terminarse antes de 20 minutos.
- Se debe realizar un blanco por cada muestra analizada. (MARTÍNEZ, 2014 pág. 7)

Tabla 2-2 Criterios para determinar la calidad del suelo en cuanto al contenido de fósforo.

Parámetro	P (mg/kg)
Bajo	0-10,0
Medio	11,0 – 20,0
Alto	>21,0

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por. Frasher Estrella. 2017

2.16 Potasio

2.17.1 Método de análisis (Absorción Atómica)

La presencia del Potasio en el suelo (sedimentos) se debe a la cantidad y de tipos de arcillas presentes en el mismo, la forma más común es el potasio soluble que es aprovechado como nutriente por las plantas.

Fundamento

El método de absorción atómica se utiliza para determinar las concentraciones de los cationes de potasio (K) que se encuentren presentes en el suelo (sedimento). (Gifford, 1997 págs. 105,106)

Materiales y equipo

- Muestra de suelo (sedimento)
- Balanza
- Tamiz
- Tubos de ensayo
- Balón volumétrico de 10ml
- Probeta de 25 ml
- Erlenmeyer de 125 ml
- Agua bidestilada.

Soluciones y reactivos

- Para la determinación de potasio se realizan las siguientes soluciones:
- Utilizamos una solución extractora de acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{COONHA}_4$) al 1M que se prepara de la siguiente manera pesamos 77.08 g de acetato de amonio la disolvemos en agua bidestilada.
- Se prepara una solución de óxido de lantano al 5% que se la realiza de la siguiente manera pesamos 58.65g de La_2O_3 y agregamos 100ml de agua bidestilada y agitamos
- Realizamos una solución de K (500 mg/L K) En un balón volumétrico de 100 mL, tomar 50 mL de solución de 1000 mg/L K completar a volumen con agua bidestilada y mezclar. Esta solución contiene 500 mg/L de K.

Procedimiento

- Las muestras de potasio unas ves preparadas se las colocan en el equipo de absorción atómica y se lee directamente (Mackean, 1993 pág. 21)

Tabla 3-2 Interpretación de resultados de la lectura de absorción atómica del K en una muestra de sedimento.

PARAMETRO	K (cmol/kg)
Bajo	<0.2
Medio	0,2 – 0,38
Bajo	>0,4

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

2.17 Nitrógeno

2.18.1 Método de análisis (Volumétrico)

Para la determinación de nitrógeno en las muestras de sedimento se realizó mediante el método de análisis volumétrico.

Fundamento

El método volumétrico se refiere en que la concentración de una sustancia de interés en este caso muestras de sedimentos lo cual sería el analíto se determina por una medición de volumen. (Melgrati, 2005 pág. 13)

Materiales y equipos

- Muestra de sedimento seco y molido.
- Balanza analítica.
- Matraces.
- Vasos de precipitación.
- Digestor.
- Matraz aforado de 1 L.
- Erlenmeyer de 1 l.
- Pipeta.
- Bureta.
- Soporte universal.

Procedimiento

- Preparar la muestra patrón
- Disolver la muestra
- Medir una porción de muestra (alícuota)
- Añadir el patrón desde una bureta
- Registrar los datos
- Calcular la concentración

2.19 Materia Orgánica

2.19.1 Método de análisis (Volumétrico)

Para la determinación de nitrógeno en las muestras de sedimento se realizó mediante el método de análisis volumétrico.

Fundamento

El método volumétrico se refiere en que la concentración de una sustancia de interés en este caso muestras de sedimentos lo cual sería el analíto se determina por una medición de volumen. (Melgrati, 2005 pág. 14)

Materiales y equipos

- Muestra de sedimento seco y molido.
- Balanza analítica.
- Matraces.
- Vasos de precipitación.
- Digestor.
- Matraz aforado de 1 L.
- Erlenmeyer de 1 l.
- Pipeta.
- Bureta.
- Soporte universal.

Procedimiento

- Preparar la muestra patrón
- Disolver la muestra
- Medir una porción de muestra (alícuota)
- Añadir el patrón desde una bureta
- Registrar los datos
- Calcular la concentración

2.20 pH

2.20.1 Método de análisis (*Potenciómetro*)

El pH se interprete a la concentración de iones de hidrógeno activos que en la interface líquida del suelo se da, por la interacción de ciertos componentes sólidos y líquidos.

Fundamento

Este método del potenciómetro que se utiliza para medir los valores de pH del suelo es uno de los más efectivos y utilizados. El propósito de este método es medir los iones de hidrogeno que se encuentren en una muestra de suelo o solución problema. Como referencia para determinar el pH se usa un electrodo que la solución problema no es modificada al variar la concentración de iones por medir.

Para medir el pH en una muestra de suelo se lo realiza en una solución acuosa por eso es importante controlar el agua adicionada ya que esto puede afectar los niveles de pH de la muestra problema. (Hanna, 2017 pág. 1)

Materiales y equipos

- Muestra de suelo (sedimento)
- Potenciómetro
- Pipeta con agua destilada
- Pipeta de 10ml
- Vasos de precipitación
- Balanza analítica
- Agitadores magnéticos

Soluciones y activos

- Solución buffer pH 7
- Solución buffer pH 4
- Agua destilada

Procedimiento

- Pesar 1g de muestra de suelo (sedimento) luego colocamos en un vaso de precipitación de 25 ml.
- Añadir 10 ml de agua destilada
- Agitar y dejar en reposo por 10 minutos
- Calibrar el potenciómetro con las soluciones.
- Después de 10 minutos se procede a la medición con el potenciómetro. (J.A GALANTI, 2009)

Tabla4-2 Interpretación de valores de pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

2.21 Análisis de datos mediante la metodología del software SPSS

2.21.1 Análisis de componentes principales.

Con la utilización de esta técnica conseguimos identificar un grupo de variables ficticias. Por lo que facilita sintetizar datos y relacionarlos entre sí, sin la necesidad de realizar una hipótesis previa de lo que significa cada factor inicial. (Rivera, 1987)

2.21.2. Análisis factorial

Esta técnica nos permitió analizar la estructura de las interrelaciones entre un número muy amplio de variables, no obligando a ninguna clase de distinción entre variables dependientes e independientes. Con esta información se calcula un conjunto de dimensiones que están latentes que se la conoce como factores, que permiten explicar dichas interrelaciones. Por lo tanto esta técnica es de reducción de datos. (Análisis Factorial, 1986)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados:

Tabla 1-3 Resultados de los análisis de laboratorio del mes de noviembre del 2016

Mes 1 Noviembre del 2016														
	pH		M. orgánica (%)		N (%)		P (mg/kg)		K (cmol/kg)		NO ₂ ⁻ (mg/kg)		NO ₃ ⁻ (mg/kg)	
	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR
P1-M1	8,11		5,65		0,24		83,30		0,19		0,42		28,07	
P2-M2	8,02		4,62		0,32		152,90		0,25		0,71		32,82	
P3-M3	7,42		6,11		0,31		117,60		1,01		0,62		25,03	
P4-M4	8,51		2,03		0,01		10,90		0,53		0,43		33,82	
P5-M5	8,35		5,77		0,11		79,90		0,14		1,87		35,81	
P6-M6	8,19		1,02		0,25		39,70		0,62		0,55		34,80	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 2-3 Interpretación de resultados del pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 3-3 Interpretación de resultado de los nutrientes

PARÁMETRO	M. orgánica (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/kg)	Nitratos (mg/kg)
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<0,3	<3,0
Medio	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	≥0,60	≥15,50
Alto	>2,0	>0,31	>0,21	>0,4	>1,0	>35,30

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 4-3 Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Diciembre del 2016

Mes 2 Diciembre del 2016														
	pH		M. orgánica (%)		N (%)		P (mg/kg)		K (cmol/kg)		NO ₂ ⁻ (mg/kg)		NO ₃ ⁻ (mg/kg)	
	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR
P1-M1	7,21		6,12		0,21		92,40		0,17		0,31		30,05	
P2-M2	8,55		4,65		0,19		135,70		0,21		0,75		31,82	
P3-M3	7,08		6,13		0,38		118,90		0,10		0,63		25,09	
P4-M4	8,03		1,04		0,03		20,12		1,20		0,35		40,01	
P5-M5	8,05		5,89		0,02		75,09		1,14		0,98		28,09	
P6-M6	8,22		0,02		0,35		35,70		0,62		0,57		35,85	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 5-3 Interpretación de resultados del pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 6-3 Interpretación de resultados de los nutrientes.

PARÁMETRO	M. orgánica (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/kg)	Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/kg)
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<0,3	<3,0
Medio	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	≥0,60	≥15,50
Alto	>2,0	>0,31	>0,31	>0,4	>1,0	>35,30

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 7-3 Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Enero del 2017

Mes 3 Enero del 2017														
	pH		M. orgánica (%)		N (%)		P (mg/kg)		K (cmol/kg)		NO ₂ ⁻ (mg/kg)		NO ₃ ⁻ (mg/kg)	
	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR
P1-M1	8,14		4,62		0,35		39,70		0,11		0,57		24,05	
P2-M2	8,05		6,13		0,11		10,90		0,23		0,63		35,82	
P3-M3	8,50		6,11		0,19		165,60		0,25		0,75		27,03	
P4-M4	7,09		2,05		0,21		98,90		1,04		0,62		34,89	
P5-M5	8,53		6,88		0,03		73,70		0,14		1,97		31,62	
P6-M6	8,21		2,01		0,29		40,80		0,65		0,45		29,82	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 8-3 Interpretación de resultados del pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 9-3 Interpretación de resultados de los nutrientes.

PARÁMETRO	M. orgánica (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/kg)	Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/kg)
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<0,3	<3,0
Medio	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	≥0,60	≥15,50
Alto	>2,0	>0,31	>0,31	>0,4	>1,0	>35,30

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 10-3 Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Febrero del 2017

Mes 4 Febrero del 2017														
	pH		M. orgánica (%)		N (%)		P (mg/kg)		K (cmol/kg)		NO ₂ ⁻ (mg/kg)		NO ₃ ⁻ (mg/kg)	
	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR
P1-M1	8,03		4,57		0,24		75,30		0,27		0,42		29,06	
P2-M2	7,41		6,77		0,34		135,80		0,69		0,81		30,83	
P3-M3	7,46		5,84		0,29		116,60		0,52		0,45		21,86	
P4-M4	8,47		0,09		0,00		6,10		0,21		1,07		34,81	
P5-M5	8,35		5,64		0,28		89,30		0,29		0,67		33,89	
P6-M6	8,24		1,70		0,08		37,70		0,30		0,36		33,84	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 11-3 Interpretación de resultados del pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 12-3 Interpretación de resultados de los nutrientes.

PARÁMETRO	M. orgánica (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/kg)	Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/kg)
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<0,3	<3,0
Medio	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	≥0,60	≥15,50
Alto	>2,0	>0,31	>0,31	>0,4	>1,0	>35,30

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 13-3 Resultados de los análisis de laboratorio del mes de Marzo del 2017

Mes 5 Marzo del 2017														
	pH		M. orgánica (%)		N (%)		P (mg/kg)		K (cmol/kg)		NO ₂ ⁻ (mg/kg)		NO ₃ ⁻ (mg/kg)	
	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR	M	IR
P1-M1	7,28		4,47		0,19		80,30		0,28		0,42		30,07	
P2-M2	7,29		5,62		0,24		134,80		0,67		0,81		28,83	
P3-M3	8,42		6,72		0,25		115,50		0,42		0,45		22,85	
P4-M4	8,55		,01		0,02		6,80		0,23		1,09		35,95	
P5-M5	8,39		5,22		0,28		85,30		0,35		0,69		32,89	
P6-M6	8,19		2,01		0,19		37,90		0,31		0,35		31,86	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 14-3 Interpretación de resultados del pH

pH	Acido	Ligeramente acido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 15-3 Interpretación de resultados de los nutrientes.

PARÁMETRO	M. orgánica (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Nitritos NO ₂ ⁻ (mg/kg)	Nitratos NO ₃ ⁻ (mg/kg)
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<0,3	<3,0
Medio	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	≥0,60	≥15,50
Alto	>2,0	>0,31	>0,31	>0,4	>1,0	>35,30

Fuente: AGROCALIDAD

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

3.2 Análisis estadísticos

3.2.1 Análisis de componentes principales

3.2.1.1 Análisis factorial

Tabla 16-3 Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N de análisis
pH	8,0113	,48227	30
Materia Orgánica	4,1837	2,28762	30
Nitrógeno	,2000	,11629	30
Fosforo	77,1070	46,28352	30
Potasio	,4380	,31728	30
Nitritos	,6923	,39238	30
Nitratos	31,0410	4,41772	30

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la tabla 16-3 de estadísticos descriptivos nos muestra una desviación típica y la media para cada uno de los nutrientes analizados. En este caso nos da como resultado el valor de media alto para el fosforo (P), el mismo que puede ser el principal nutriente que este causando el problema de la eutrofización en el recurso hídrico estudiado en de titulación.

Tabla 17-3 Matriz de correlaciones

Correlaciones								
		pH	Materia_Organica	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Nitritos	Nitratos
pH	Correlación de Pearson	1	-0,279	-,430*	-,384*	-0,298	0,299	0,316
	Sig. (bilateral)		0,135	0,018	0,036	0,109	0,109	0,089
	N	30	30	30	30	30	30	30
Materia_Organica	Correlación de Pearson	-0,279	1	0,310	,688**	-0,200	0,202	-,603**
	Sig. (bilateral)	0,135		0,095	0,000	0,290	0,284	0,000
	N	30	30	30	30	30	30	30
Nitrógeno	Correlación de Pearson	-,430*	0,310	1	,523**	-0,062	-,368*	-,492**
	Sig. (bilateral)	0,018	0,095		0,003	0,746	0,045	0,006
	N	30	30	30	30	30	30	30
Fosforo	Correlación de Pearson	-,384*	,688**	,523**	1	-0,012	0,046	-,534**
	Sig. (bilateral)	0,036	0,000	0,003		0,949	0,810	0,002
	N	30	30	30	30	30	30	30
Potasio	Correlación de Pearson	-0,298	-0,200	-0,062	-0,012	1	-0,202	0,111
	Sig. (bilateral)	0,109	0,290	0,746	0,949		0,285	0,559
	N	30	30	30	30	30	30	30
Nitritos	Correlación de Pearson	0,299	0,202	-,368*	0,046	-0,202	1	0,195
	Sig. (bilateral)	0,109	0,284	0,045	0,810	0,285		0,301
	N	30	30	30	30	30	30	30
Nitratos	Correlación de Pearson	0,316	-,603**	-,492**	-,534**	0,111	0,195	1
	Sig. (bilateral)	0,089	0,000	0,006	0,002	0,559	0,301	
	N	30	30	30	30	30	30	30

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la Tabla 17-3 Matriz de correlaciones se muestran las correlaciones entre los nutrientes así existiendo correlaciones >0.5 como son: Materia Orgánica-Fosforo de 0.688, Nitrógeno-Fosforo de 0.523, adicional existen correlaciones <0.5 las mismas que son, pH-Nitratos de 0.316 Nitrógeno-Materia Orgánica de 0.310, las cuales también contribuyen al proceso de eutrofización en la laguna, el Potasio es un nutriente que definitivamente no se correlacionan entre sí por presentar un valor de correlación negativo.

Tabla 18-3 Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,663
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	66,006
	Gl	21
	Sig.	,000

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

La medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo es mayor a 0.5 lo cual es la adecuada.

Planteamiento de la hipótesis

Ho: En la prueba de esfericidad de Bartlett, no podemos realizar ACP porque $p \geq 0.05$

Hi: En la prueba de esfericidad de Bartlett, se puede realizar ACP porque $p \leq 0.05$

Decisión: debido a que $p \leq 0.05$, no hay argumentos para descartar la hipótesis nula (Ho), por lo tanto se puede realizar ACP.

Nuestro valor de KMO es >0.5 esto significa un porcentaje mayor al %50 lo cual nos indica que es factible continuar con el análisis factorial.

Tabla 19-3 Comunalidades

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
pH	1,000	,606
Materia Orgánica	1,000	,799
Nitrógeno	1,000	,615
Fosforo	1,000	,731
Potasio	1,000	,442
Nitritos	1,000	,631
Nitratos	1,000	,650

Realizado por: Alejandro Estrella. 2017

En la tabla 19-3 de Comunalidades indica que todos los nutrientes son aptos para analizarse, formándose componentes

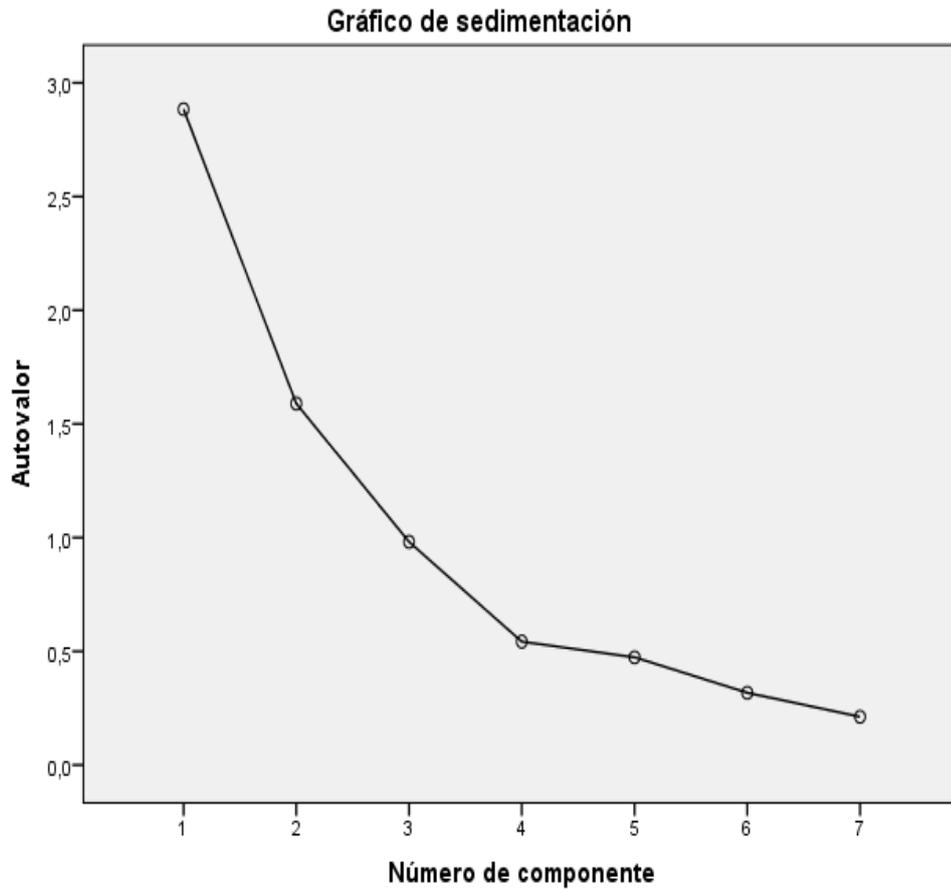


Gráfico 1-3 de sedimentación
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En el gráfico 4-3 de sedimentación existen dos puntos por encima del auto valor de 1 esto representa que los nutrientes formaron componentes.

Tabla 20-3 Matriz de componentes rotados

Matriz de componente rotado^a		
	Componente	
	1	2
pH	-,503	,594
Materia Orgánica	,836	,316
Nitrógeno	,684	-,384
Fosforo	,854	,031
Potasio	-,172	-,642
Nitritos	-,060	,792
Nitratos	-,803	,067

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la tabla 20-3 Matriz de componentes rotados se observa que las variables están divididas en dos grupos:

Componente 1: Las variables asociadas Materia orgánica, nitrógeno, fosforo están relacionadas con el proceso eutrofización de la laguna “Santa Teresita”. La alta relación con el fosforo nos indica que este sistema acuífero se encuentra en un proceso de eutrofización.

Componente 2: Las variables asociadas pH, materia orgánica, nitritos afirma la problemática de la contaminación de la laguna debido a la presencia de actividad agrícola, ganadera y el uso de fertilizantes.

El potasio (K) y los nitratos (NO₃) no están relacionados por lo que no son parte de ningún componente y para el siguiente análisis se procede a realizar la reducción de componentes de estos nutrientes.

3.2.1.2 Análisis factorial (Reducción de Potasio)

Tabla 21-3 Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N de análisis
pH	8,0113	,48227	30
Materia Orgánica	4,1837	2,28762	30
Nitrógeno	,2000	,11629	30
Fosforo	77,1070	46,28352	30
Nitritos	,6923	,39238	30
Nitratos	31,0410	4,41772	30

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Al igual que el primer análisis factorial la tabla 21-3 nos muestra que el fosforo tiene una media de 77.1070 y una desviación estándar de 46.283552 afirmando la problemática de contaminación.

Tabla 22-3 Matriz de correlaciones

Correlación	pH	1,000	-0,279	-0,430	-0,384	0,299	0,316
	Materia_Organica	-0,279	1,000	0,310	0,688	0,202	-0,603
	Nitrógeno	-0,430	0,310	1,000	0,523	-0,368	-0,492
	Fosforo	-0,384	0,688	0,523	1,000	0,046	-0,534
	Nitritos	0,299	0,202	-0,368	0,046	1,000	0,195
	Nitratos	0,316	-0,603	-0,492	-0,534	0,195	1,000
Sig. (unilateral)	pH		0,068	0,009	0,018	0,054	0,044
	Materia_Organica	0,068		0,048	0,000	0,142	0,000
	Nitrógeno	0,009	0,048		0,002	0,023	0,003
	Fosforo	0,018	0,000	0,002		0,405	0,001
	Nitritos	0,054	0,142	0,023	0,405		0,150
	Nitratos	0,044	0,000	0,003	0,001	0,150	

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

Tabla 23-3 Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,699
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	59,936
	Gl	15
	Sig.	,000

Realizado por: Frasher Estrella, 2017

La medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo es mayor a 0.5 lo cual es la adecuada.

Planteamiento de la hipótesis

Ho: En la prueba de esfericidad de Bartlett, no podemos realizar ACP porque $p \geq 0.05$

Hi: En la prueba de esfericidad de Bartlett, se puede realizar ACP porque $p \leq 0.05$

Decisión: debido a que $p \leq 0.05$, no hay argumentos para descartar la hipótesis nula (Ho), por lo tanto se puede realizar ACP.

Después de haber la reducción del nutriente potasio el valor de KMO aumento a 0.699 lo cual es >0.5 , por lo que esto nos indica que el análisis factorial es significativo.

Tabla 24-3 Comunalidades

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
pH	1,000	,510
Materia Orgánica	1,000	,839
Nitrógeno	1,000	,680
Fosforo	1,000	,773
Nitritos	1,000	,830
Nitratos	1,000	,640

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

La tabla 24-3 de Comunalidades indica que todos los nutrientes son aptos para analizarse mediante la técnica multivariable.

Tabla 25-3 Varianza Total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,883	48,055	48,055	2,883	48,055	48,055	2,521	42,013	42,013
2	1,388	23,141	71,196	1,388	23,141	71,196	1,751	29,183	71,196
3	0,665	11,081	82,277						
4	0,507	8,454	90,731						
5	0,327	5,445	96,175						
6	0,229	3,825	100,000						

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la tabla 25-3 varianza total explicada una vez hecha la reducción del potasio nos indica que los nutrientes analizados se siguen agrupando en dos componentes los mismo que explican un porcentaje mayor que el primer análisis el valor es %71.19 del problema de eutrofización en la laguna “Santa Teresita del Cantón Guano.

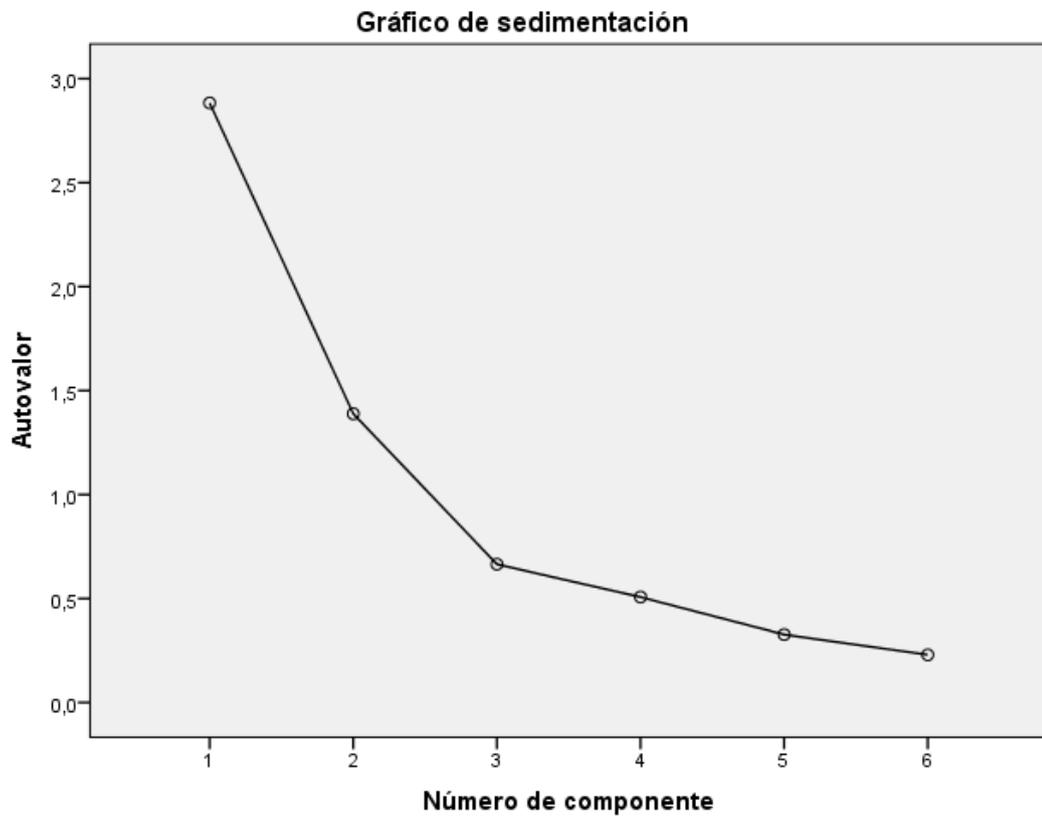


Grafico 2-3 de sedimentación
Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la figura 5-3 de sedimentación una vez realizada la reducción del nutriente Potasio, existen dos puntos por encima del auto valor de 1 esto representa que los nutrientes formaron componentes.

Tabla 26-3 Matriz de componentes rotados.

Matriz de componente rotado^a		
	Componente	
	1	2
Materia Orgánica	,912	
Fosforo	,866	-,153
Nitratos	-,720	,349
Nitritos	,237	,880
Nitrógeno	,481	-,670
pH	-,367	,612

Realizado por: Frasher Estrella. 2017

En la tabla 26-3 Matriz de componentes rotados se observa que las variables están divididas en dos grupos:

Componente 1: Las variables que se asocian después de la reducción del Potasio son, Materia orgánica y fosforo por lo que corrobora que estos nutrientes están relacionadas con el proceso eutrofización de la laguna “Santa Teresita”. La alta relación con el fosforo nos indica que este sistema acuífero se encuentra en un proceso de eutrofización.

Componente 2: En este análisis las variables asociadas son nitratos y nitritos aquí se puede afirmar la problemática de la contaminación de la laguna debido a la presencia de actividad agrícola, ganadera y el uso de fertilizantes.

El pH no forma parte de ninguna comunalidad o grupo formado entre los nutrientes ya que el pH depende mucho de la correlación de estos nutrientes por ser una variable dependiente.

CONCLUSIONES

- La evaluación multivariable de los nutrientes (nitritos, nitratos, potasio, fosforo, nitrógeno, pH y materia orgánica), en los sedimentos demuestra que existe correlaciones entre las distintas variables de nutrimentos.
- En el análisis de los nutrientes nos demuestra que el nutrimento que está en mayor presencia en los depósitos de sedimentos de la laguna es el fosforo, ya que en los cinco meses de monitoreo los datos revelados nos demuestran que el nivel de P es >21.0 lo cual estos son valores altos.
- Estadísticamente los nutrientes, (nitritos, nitratos, potasio, fosforo, nitrógeno y materia orgánica) no tuvieron una variabilidad significativa entre el intervalo de mes a mes, no obstante los valores entre punto y punto de muestreo si hay variación esto se debe a que en zonas aledañas a la laguna existe presencia de actividad antrópica, ganadera y de agricultura. El pH si tienen una variación esto debe a que es una variable dependiente la misma que depende de la cantidad y calidad de macronutrientes que ingresen al recurso hídrico y se depositen en los sedimentos del mismo.
- En el análisis factorial mediante la reducción de componentes se determinó los nutrientes más relevantes en el proceso de eutrofización de la laguna los mismos que son: Fosforo > Materia orgánica > nitrógeno

Estos macronutrientes presentan una correlación alta, significa que son nutrimentos principales para que el proceso de eutrofización y la proliferación de plantas invasoras como la totora estén presentes en el recurso hídrico ya que estos nutrientes son esenciales y asimilados por las plantas acuáticas.

Los nitritos y potasio también están presente en los sedimentos de la laguna Santa Teresita obviamente en menor cantidad pero estos macronutrientes también interfieren en la problemática de la laguna.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al consejo provincial GADP-CH y GADM-Guano que con los datos obtenidos en el presente trabajo de titulación se dé a conocer sobre la sensibilidad del recurso hídrico para su intervención y correspondiente dragado en caso de ser necesario.
- Se debe implementar un plan de prevención y cuidado para la laguna ya que la misma es fuente de recreación y turismo.
- Se sugiere realizar programas de capacitación dirigidos a los morados para concientizar sobre el uso y el abuso del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA & LODEIRIS.** pH en los Sedimentos. *Niveles de Metales Pesados en los Sedimentos en tres zonas del litoral.* Caracas : UAEM, 2002, pág. 687.
- BERNAL, G. & BETANCUR, J.** *Sedimentology of coastal lagoons.* Bol. Invest. Mar. Cost. - INVEMAR, 25(1), 49–76. Retrieved from : Ciénaga Grande de Santa Marta and Ciénaga de Pajarales., 1996. pág. 35.
- Benavente, Dr. D.** 2011 *Petrología Aplicada.* 2011, Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, págs. 1-68.
- CARMOUZE.** *metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas.* Sao Paulo, 254p. : Editora Edgard Blucher/FAPESP, 1994., págs. 82, 102-103.
- CASANELLAS, J. PORTA.** *Introducción a la edafología: Uso y protección del suelo.* Madrid : ISBN, 2010. pág. 44.
- CUADRAS, M.** *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante.* Barcelona-España : CMC Editions, 2012., p., 91-112.
- CUADRAS., C. M.** *Métodos de Análisis Factorial, Laboratorio de Cálculo.* Universidad de Barcelona : Barcelona, 1974. págs. 72,92.
- CHOI, EUI SO.** *Sedimente Characteristics.* 2003, Chemosphere, págs. 53-61.
- DOWNIE, N. HEART, R.** *Análisis Factorial.* Mexico DF : s.n., 1986, Métodos Estadísticos Aplicados, págs. 117-156.
- FALCAO, S.** 2003. *Comportamiento de los nutrientes en un estuario estratificado.* Caso del Delta del Ebro, pág. 19.
- FERNANDEZ, ROJAS** *Manual de técnicas y análisis de suelos aplicados a la remediación.* Cali : Facultad de Ciencias Universidad de Cali, 2006. págs. 40-42.
- FERNÁNDEZ, SANTIAGO DE LA FUENTE.** *COMPONENTES PRINCIPALES.* Madrid : Universidad Autónoma de Madrid, 2011. pág. 83.
- GABRIEL, ROLDÁN P.** *FUNDAMENTOS DE LIMNOLOGÍA NEOTROPICAL.* Colombia : editorial Universidad de Antioquia, 1992.
- GIFFORD, JONES. DR. W.** 1997. *Metals Analysis by Flame Atomic Absorption Spectrophotometry.* Georgea : Institute of Ecology, 1997. pág. 105.106.
- GONZALES.** *CONTAMINACIÓN POR FERTILIZANTES: "Un serio problema ambiental".* Lima : Lima, 2011. págs. 1,2,3,4,5. ISBN.

- GUNKEL, GUNTER.** *LIMNOLOGIA Y PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS ACUATICOS.* Quito, Ecuador : Escuela Politecnica Nacional, 1996. pág. 26.
- HANNA.** HI 2550 - Hanna Instruments. www.hannainst.es/instruments/HI. [En línea] 9 de Marzo de 2017. [Citado el: 9 de Marzo de 2017.] www.hannainst.es. ISBN.
- HENRY, J. GLYN Y HEINKE, GARY, W.** *Ingenieria Ambiental segunda edición.* 1993, New York PRETENCE HALL, pág. 33.
- J.A GALANTI, L A ROSELL, J O IGLESIAS.** Ciencia del suelo. *Ciencia del suelo.* Argentina Bahia Blanca : UNS, 2009, págs. 81-83.
- JOHN, MATT K.** COLORIMETRYC DETERMINATION PHOSPHORUS IN SOIL. California : C.D, 2006, pág. 214.
- MACKEAN, S.** Centro internacional de agricultura tropical Cali, Colombia. Cali : Centro Internacional de agricultura, colombia, 1993. págs. 21-22-23.
- MARGALEF.** *Limnología.* Barcelona. 1010 p. : Ediciones Omega, S.A., 1983. págs. 33-34.
- MARTÍNEZ, MARISOL ANDRADE-ELENA.** *Fertilidad del suelo y parametros que lo definen.* Sevilla : Universidad la Rioroja, 2014. págs. 5,6,7.
- MELGRATI, DE INALBON.** *Tecnicas utilizadas en el laboratorio de suelos y agua.* s.l. : Lic. en Edafologia, 2005, págs. 13,14.
- NIGLAS, K.** *The Combined use Quatitative Methods in Educational.* Estonia : Tallin Pedagogical University, 2004. págs. 64-65.
- PORTA, LÓPEZ & ROQUERO.** *Edafologia para la agricultura y el medio ambiente.* Madrid : Madrilista@, 2003. págs. 18-19.
- RIVERA, PEÑA SANCHEZ.** *Estadistica, Volumen y metodos Volumen 2.* Madrid : Ed. Alianza, 1987.
- ROLDÁN & RAMIRES.** *Fundamentos de limnoogía Neotropical.* Antoquia : Universidad de Antoquia, 2008. págs. 71, 93-94.
- SANCHES, GARAY.** *Manual de técnicas analíticas de parametros físicoquímicos y contaminantes.* Cartagena : Centro de investigaciones, CIOH, 1993. pág. 23.
- SPINAK, E.** *Diccionario Enciclopedico de Cienciometria e Informetria.* Caracas : life Science, 1996. págs. 71-72.
- TSUZUKI, LUNA** Detereminación de nitratos. [aut. libro] Luna M. B., Mejía Ch. A., Velázquez M. O., Tsuzuki Ramírez G. R. M. *Manual de prácticas de microbiología general.* Mexico : Laboratorio de microbiología experimental.Facultad de Química, UNAM., 1992, págs. 44-45-46.
- WETZEL.** *LIMNOLOGY.* New York – Estados Unidos : segunda edición, editorial Saunders college publishing, 1983. págs. 45-46.

ANEXOS

Anexo A. Problemática de la Laguna



Fotografía N° 1: Laguna “Santa Teresita del Cantón Guano”

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 2 Crecimiento excesivo de totora

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 3 Presencia de ganado
Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 4 Actividad agrícola
Realizado por: Frasher Estrella 2017

Anexo B Puntos de Muestreo



Fotografía N° 5 Punto de Muestreo #1

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 6 Punto de Muestreo #2

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 7 Punto de Muestreo #3
Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N°8 Punto de Muestreo #4
Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N°9 Punto de Muestreo #5
Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 10 Punto de Muestreo #6
Realizado por: Frasher Estrella 2017

Anexo C Recolección de Muestras



Fotografía N°11 Recolección del sedimento

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 12 Etiquetado de las muestras

Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 13 Cadena de custodia de las muestras
Realizado por: Frasher Estrella 2017



Fotografía N° 14 Traslado de las muestras al laboratorio
Realizado por: Frasher Estrella 2017

Anexo D Análisis de laboratorio

 <p>CESTTA SGC</p>	<p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCHI (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>
--	---

INFORME DE ENSAYO No:	S- 028-17
ST:	010 – 17 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario:	N.A.
Atn.	Frasher Alejandro Estrella Huebla
Dirección:	Jardines del Sur Riobamba - Chimborazo
FECHA:	21 de Febrero del 2017
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2017/02/09 - 12:09
FECHA DE MUESTREO:	2017/02/09 - 08:27
FECHA DE ANÁLISIS:	2017/02/09 - 2017/02/21
TIPO DE MUESTRA:	Sedimento
CÓDIGO CESTTA:	LAB-S 28-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	Muestra 1
PUNTO DE MUESTREO:	Punto 1
ANÁLISIS SOLICITADO:	Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Frasher Alejandro Estrella Huebla
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	29,06	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,42	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No: S-029-17
ST: 010 - 17 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Frasher Alejandro Estrella Huebla
Dirección: Jardines del Sur
Riobamba - Chimborazo

FECHA: 21 de Febrero del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/02/09 - 12:09
FECHA DE MUESTREO: 2017/02/09 - 08:37
FECHA DE ANÁLISIS: 2017/02/09 - 2017/02/21
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 29-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Muestra 2
PUNTO DE MUESTREO: Punto 2
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Frasher Alejandro Estrella Huebla
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	30,83	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,81	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atm.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES:

S- 030-17

010 – 17 ANÁLISIS DE SUELOS

N.A.

Frasher Alejandro Estrella Huebla

Jardines del Sur

Riobamba - Chimborazo

21 de Febrero del 2017

1

2017/02/09 - 12:09

2017/02/09 - 09:00

2017/02/09 - 2017/02/21

Sedimento

LAB-S 30-17

Muestra 3

Punto 3

Químico

Frasher Alejandro Estrella Huebla

T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	21,86	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,45	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No: S- 031-17
ST: 010 – 17 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Frasher Alejandro Estrella Huebla
Dirección: Jardines del Sur
Riobamba - Chimborazo

FECHA: 21 de Febrero del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/02/09 - 12:09
FECHA DE MUESTREO: 2017/02/09 - 09:15
FECHA DE ANÁLISIS: 2017/02/09 - 2017/02/21
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 31-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Muestra 4
PUNTO DE MUESTREO: Punto 4
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Frasher Alejandro Estrella Huebla
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	34,81	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	1,07	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No: S- 032-17
ST: 010 – 17 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Frasher Alejandro Estrella Huebla
Dirección: Jardines del Sur
Riobamba - Chimborazo

FECHA: 21 de Febrero del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/02/09 - 12:09
FECHA DE MUESTREO: 2017/02/09 - 09:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2017/02/09 - 2017/02/21
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 32-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Muestra 5
PUNTO DE MUESTREO: Punto 5
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Frasher Alejandro Estrella Huebla
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	33,89	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,67	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:

M-207
Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No: S- 033-17
ST: 010 – 17 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: N.A.
Atn. Frasher Alejandro Estrella Huebla
Dirección: Jardines del Sur
Riobamba - Chimborazo

FECHA: 21 de Febrero del 2017
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2017/02/09 - 12:09
FECHA DE MUESTREO: 2017/02/09 - 09:46
FECHA DE ANÁLISIS: 2017/02/09 - 2017/02/21
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 33-17
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Muestra 6
PUNTO DE MUESTREO: Punto 6
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Frasher Alejandro Estrella Huebla
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

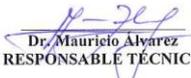
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)
Nitratos	PEE/CESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	33,84	-
Nitritos	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,36	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-0154
Fecha emisión Informe: 16/02/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Frasher Alejandro Estrella Huebla / Agrocalidad Chimborazo
Teléfono: 0998519724
Dirección: Jardines del Sur
Correo Electrónico: alejostar16@gmail.com
Provincia: Chimborazo **Cantón:** Riobamba
N° Orden de Trabajo: 06-2017-008
N° Factura/Documento: 2680

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Chimborazo	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Guano		Y: ----
Parroquia: Matriz		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: ----	Fecha de inicio de análisis: 10-02-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 10-02-2017	Fecha de finalización de análisis: 16-02-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0174	Muestra 1	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,03
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,57
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,23
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	75,3
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,27
SFA-17-0175	Muestra 2	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,41
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	6,77
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,34
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	135,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,69

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-0155
Fecha emisión Informe: 16/02/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Frasher Alejandro Estrella Huebla / Agrocalidad Chimborazo
Dirección: Jardines del Sur **Teléfono:** 0998519724
Provincia: Chimborazo **Cantón:** Riobamba **Correo Electrónico:** alejostar16@gmail.com
N° Orden de Trabajo: 06-2017-008
N° Factura/Documento: 2680

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Chimborazo		X: ----
Cantón: Guano	Coordenadas:	Y: ----
Parroquia: Matriz		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: ----		Fecha de inicio de análisis: 10-02-2017
Fecha de recepción de la muestra: 10-02-2017		Fecha de finalización de análisis: 16-02-2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0176	Muestra 3	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,46
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,84
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,29
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	116,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,52
SFA-17-0177	Muestra 4	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,47
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,09
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,00
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	6,1
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,21

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
	Hoja 1 de 2	

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-0156
 Fecha emisión Informe: 16/02/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Frasher Alejandro Estrella Huebla / Agrocalidad Chimborazo
Dirección: Jardines del Sur **Teléfono:** 0998519724
Provincia: Chimborazo **Cantón:** Riobamba **Correo Electrónico:** alejostar16@gmail.com
N° Orden de Trabajo: 06-2017-008
N° Factura/Documento: 2680

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Chimborazo	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Guano		Y: ----
Parroquia: Matriz		Altitud: ----
Muestreado por: ----		
Fecha de muestreo: ----	Fecha de inicio de análisis: 10-02-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 10-02-2017	Fecha de finalización de análisis: 16-02-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-0178	Muestra 5	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,35
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,64
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,28
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	89,3
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,29
SFA-17-0179	Muestra 6	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,24
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,70
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,08
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	37,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,30

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



Ing. Rusbel Jaramillo Chamba, MSc.
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliars y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.