



Determinación de nitrógeno y fósforo en las aguas del Río Chone, Ecuador

*Determination of nitrogen and phosphorus in the waters of the Chone River,
Ecuador*

Determinação de nitrogênio e fósforo nas águas do rio Chone, Equador

Carlos Rolando Véliz Cedeño ^I

cveliz5197@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9154-8220>

Oscar David Seni Pinoargote ^{II}

luisconde5587@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0451-0430>

Correspondencia: cveliz5197@utm.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de octubre de 2022 * **Aceptado:** 12 de noviembre de 2022 * **Publicado:** 6 de diciembre de 2022

- I. Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Química y Biología, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Instituto de Ciencias Básicas Departamento de Química, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.

Resumen

El objetivo del presente artículo es la determinación de nitrógeno y fósforo en las aguas del Río Chone. Las descargas al Río Chone causan enriquecimiento por nutrientes y minerales originando una eutrofización. Se evaluaron las concentraciones de fósforo y nitrógeno en muestras de agua en los sitios, Mosquito - Zona rural (a 1 km de la represa de Chone). El Bejucal - Zona urbana (iniciando Chone). Barrio Santa Martha - Zona urbana (centro de Chone). El Olimpo - Zona rural (saliendo de Chone). La Margarita - Zona rural (desembocando en el brazo de mar de la playa San Vicente - Océano Pacífico). Las muestras se tomaron por triplicado, en ambas orillas y en la parte central, diferenciándola con un literal: del lado izquierdo del río la muestra A, en el centro la muestra B y del lado derecho la muestra C; los análisis demostraron en los cinco puntos de muestreo del agua superficial, un pH ligeramente alcalino que fluctuó entre (7,28 y 7,74). La temperatura varía entre (26 y 27 °C). Los sólidos disueltos totales tuvieron un rango amplio de fluctuación entre (19 y 46). Los valores del fósforo total obtenidos por espectrofotometría variaron notablemente entre (1,71 y 3,81). El nitrógeno total por el método de Kjeldahl también presentó una variación de (5,88 y 14); El nitrógeno amoniacal fluctuó entre (0,56 hasta 1,68); En el nitrógeno orgánico se encontró una gran variación de (4,62 hasta 13,16). Las bajas concentraciones de nitrógeno amoniacal están relacionadas con un pH neutro o ligeramente alcalino.

Palabras Clave: Nitrógeno; Fósforo; Método Kjeldahl; Río Chone.

Abstract

The objective of this article is the determination of nitrogen and phosphorus in the waters of the Chone River. The discharges to the Chone River cause enrichment by nutrients and minerals, causing eutrophication. Phosphorus and nitrogen concentrations were evaluated in water samples at the sites, Mosquito - Rural area (1 km from the Chone dam). El Bejucal - Urban area (beginning Chone). Barrio Santa Martha - Urban area (downtown Chone). El Olimpo - Rural area (leaving Chone). La Margarita - Rural area (flowing into the inlet of San Vicente beach - Pacific Ocean). The samples were taken in triplicate, on both banks and in the central part, differentiating it with a literal: sample A on the left side of the river, sample B in the center and sample C on the right side; the analyzes showed in the five sampling points of the surface water, a slightly alkaline pH that fluctuated between (7.28 and 7.74). The temperature varies between (26 and 27 °C). Total dissolved solids had a wide fluctuation range between (19 and 46). Total phosphorus values obtained by

spectrophotometry varied remarkably between (1.71 and 3.81). The total nitrogen by the Kjeldahl method also presented a variation of (5.88 and 14); Ammoniacal nitrogen fluctuated between (0.56 to 1.68); In organic nitrogen a great variation of (4.62 to 13.16) was found. Low concentrations of ammoniacal nitrogen are related to a neutral or slightly alkaline pH.

Keywords: Nitrogen; Match; Kjeldahl method; Chone River.

Resumo

O objetivo deste artigo é a determinação de nitrogênio e fósforo nas águas do rio Chone. As descargas para o rio Chone causam enriquecimento de nutrientes e minerais, causando eutrofização. As concentrações de fósforo e nitrogênio foram avaliadas em amostras de água nos locais, Mosquito - Área Rural (1 km da barragem de Chone). El Bejucal - Área urbana (início de Chone). Barrio Santa Martha - Área urbana (centro de Chone). El Olimpo - Área rural (saindo de Chone). La Margarita - Área rural (deságua na enseada da praia de San Vicente - Oceano Pacífico). As amostras foram coletadas em triplicata, nas duas margens e na parte central, diferenciando-se com um literal: amostra A na margem esquerda do rio, amostra B no centro e amostra C na margem direita; as análises mostraram nos cinco pontos de amostragem das águas superficiais, um pH levemente alcalino que oscilou entre (7,28 e 7,74). A temperatura varia entre (26 e 27 °C). Os sólidos dissolvidos totais tiveram uma ampla faixa de flutuação entre (19 e 46). Os valores de fósforo total obtidos por espectrofotometria variaram notavelmente entre (1,71 e 3,81). O nitrogênio total pelo método de Kjeldahl também apresentou variação de (5,88 e 14); O nitrogênio amoniacal oscilou entre (0,56 a 1,68); No nitrogênio orgânico foi encontrada uma grande variação de (4,62 a 13,16). Baixas concentrações de nitrogênio amoniacal estão relacionadas a um pH neutro ou ligeiramente alcalino.

Palavras-chave: Azoto; Combine; método de Kjeldahl; Rio Chone.

Introducción

Las limitaciones con respecto al agua, son generadas por la actividad antropogénica, siendo este recurso indispensable para satisfacer las necesidades de orden social, económico y ambiental. En México este importante recurso cada vez presenta una mayor carencia, debido a la contaminación del

mismo, siendo los desechos industriales y las actividades agrícolas las principales causantes de dicho efecto negativo en el recurso hídrico, ya sea en aguas superficiales o en aguas subterráneas. La constante alteración de los acuíferos en la mayoría de casos se debe a las concentraciones relativamente elevadas de especies químicas en ríos y arroyos; ya que las actividades productivas tanto en sectores urbanos como rurales generan una gran cantidad de elementos químicos y compuestos de dichos elementos como fosfatos, nitratos, potasio, entre otros; siendo estos precursores de la eutrofización ya que disminuye la cantidad de oxígeno en el agua, lo cual hace proliferar algunas especies vegetales (Belizario Quispe et al., 2019). Además de ello la contaminación por nitritos no afecta el agua subterránea y superficial ya que hay una conexión hídrica: por ejemplo si vertimos fertilizantes nitrogenados en el suelo y el área de los cultivos esta aledaña a un río se pueden contaminar estas aguas superficiales, o también por infiltración las aguas subterráneas, lo que puede provocar eutrofización ya que el nitrógeno en los cuerpos de agua es transitorio (Eugercios Silva et al., 2017).

Las aguas de los ríos de Ecuador han experimentado un deterioro en su calidad principalmente al vertimiento de químicos generado por centros poblados en zonas donde hay industrias, ganadería, actividades agropecuarias y escorrentías, siendo el Río Portoviejo un claro ejemplo de esto. Los ríos tienen la capacidad de autodepuración pero dicha capacidad es limitada y depende de la degradación biológica (Quiroz-Fernández et al., 2017). Por este motivo varios ríos enfrentan una degradación de la calidad del agua ya sea por la presencia de micro y macronutrientes o por la calidad microbiológica de la misma (Brousett et al., 2018).

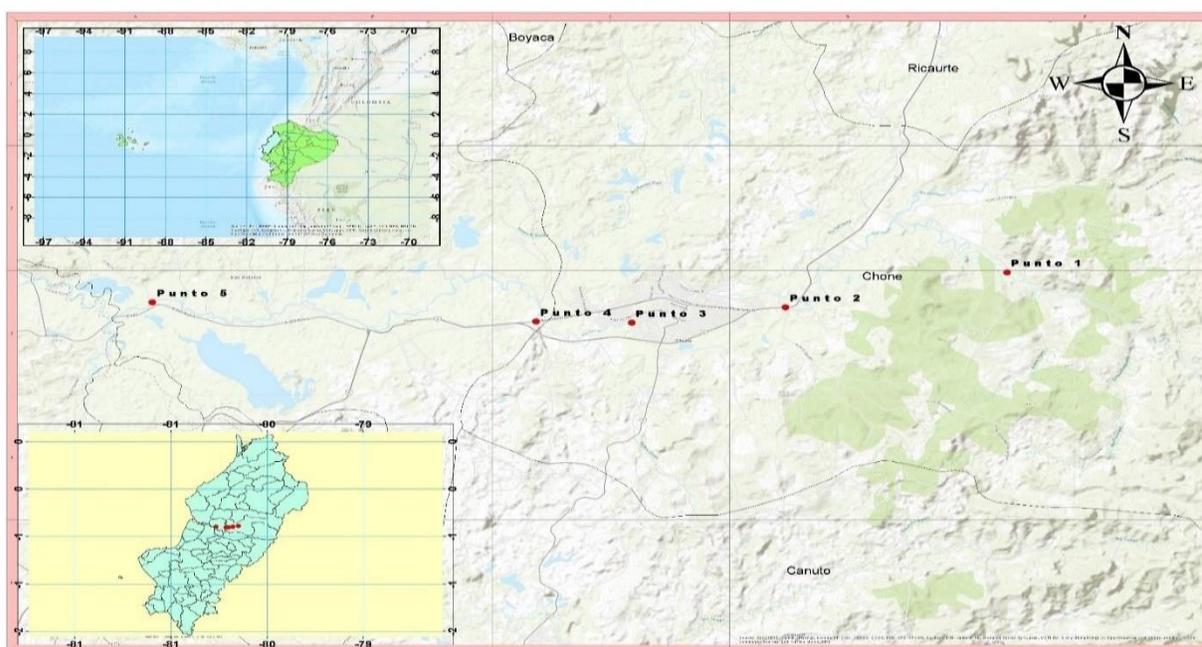
(Aveiga-Ortiz et al., 2020) menciona que, en la actualidad, se considera que muchas especies químicas de origen antropogénico son vertidas en las cuencas hídricas, debido al crecimiento poblacional y a la actividad agrícola en las riberas de los ríos. En Ecuador se han encontrado compuestos químicos de riesgo para la salud de los seres vivos como los organofosforados; los mismos que pueden contener un alto contenido de fósforo, ya que en grandes cantidades este se convierte en un elemento limitante de igual manera el nitrógeno; por este motivo el presente trabajo tiene como objetivo: determinar la cantidad de nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico y fósforo total en las aguas del Río Chone.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio.

El área de estudio fue el afluente del Río Chone (**Figura 1.**), una parte de los resultados fueron obtenidos mientras se tomaban las muestras, otra parte fue analizada en el laboratorio de análisis químico del instituto de investigación de la Universidad Técnica de Manabí. Se tomaron muestras en cinco puntos distintos realizándose tres repeticiones, del lado izquierdo del río la muestra A, en el centro la muestra B y del lado derecho la muestra C, estas fueron tomadas y receptadas en envases esterilizados de manera natural en el mes de abril del año 2021 (**Tabla 1.**).

Figura 1. Puntos donde se tomaron las muestras de agua distribuidos a lo largo del Río Chone, Mambí, Ecuador.



Fuente: Carlos Véliz Cedeño.

Tabla 1. Los sitios de muestreo, la ubicación y las actividades realizadas de ambos lados del Río Chone.

Muestras	Lugares de muestreo	Coordenadas		Lado izquierdo del río	Lado derecho del río
		X	Y		

1	Mosquito. Zona rural (a 1 km de la represa de Chone).	609505,5	9924103,2	Vegetación (abundante)	Platanera (escasa)
2	El Bejucal Zona urbana (iniciando Chone).	603670,7	9922911,6	Acopio de frutas (abundante) Platanera (escasa)	Platanera Población (escasa)
3	Barrio Santa Martha. Zona urbana (cetro de Chone).	599616,7	9922387,3	Población (abundante)	Platanera (escasa) Maíz (escasa) Ganadería (medio)
4	El Olimpo. Zona rural (saliendo de Chone).	597101,8	9922426,4	Platanera (abundante) Ganadería (escasa)	Ganadería (medio)
5	La Margarita. Zona rural (desembocando en el brazo de mar de la playa San Vicente – Océano Pacífico).	586996,7	9923082,6	Piscinas camaroneras (media)	Ganadería (abundante) Agrícola (escasa)

Fuente: Carlos Véliz Cedeño.

La gran cantidad de vegetación en el punto 1 A favorece los altos niveles de fósforo, sin embargo, se observa su influencia sobre el centro y derecha del río donde sus valores siguen siendo relativamente altos por el uso variado de químicos, que son arrastrados por las lluvias hasta llegar al cauce del río.

En el punto 2 los valores bajan debido a la presencia de cultivo de plátano en pequeñas cantidades y poca actividad humana. En el punto 3 los valores vuelven a subir por la presencia de actividades ganaderas en la que se emplean productos que contienen fósforo y en segundo lugar por una amplia

población que representa la zona urbana del cantón Chone, utilizando diversidad de productos que contaminan las aguas, incluyendo las aguas servidas del alcantarillado que desembocan en el Río Chone, las mismas que contienen los desechos de agua del camal. Estos valores se conservan elevado en el punto 4 por la presencia de la actividad ganadera, y la unión de un desvío del mismo río, pasando a las afueras de dicho cantón y a un lado de varias ladrilleras y de la poza séptica del cantón. En el punto 5 estos valores bajan notablemente, no obstante, existe presencia de varias piscinas camaroneras, una baja actividad agrícola y alta actividad ganadera, sin embargo, la cercanía a la desembocadura al Océano Pacífico provoca la disolución de los componentes químicos por interacción con el agua del mar.

1.2. Análisis de las muestras e instrumentos

Los análisis para detectar nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y nitrógeno orgánico fueron realizados por el método de Kjeldahl como lo describe (Toctaguano, 2018); para la obtención de los resultados se utilizó un digestor marca Buchi; los valores de fósforo total se obtuvieron con un espectrofotómetro Thermo Scientific™ Evolution 60S UV-Visible spectrophotometer y un kit Phosphorus liquirapid de marca HUMAN; para verificar el pH se utilizó un pH-metro Fisherbrand™ accumet™ AB150 pH Benchtop Meters; para determinar temperatura se usó un termómetro de vidrio; en los sólidos disueltos totales se utilizó un TDS marca HM modelo TDS-3. Los datos de la temperatura y los SDT fueron obtenidos al momento de extraer la muestra de agua en cada uno de los puntos, los otros valores se obtuvieron en el laboratorio, para ello se tomaron las muestras y fueron trasladadas desde los sitios de muestreos hasta el laboratorio, preservadas en un cooler cuya temperatura era inferior a 10 C⁰ y luego analizadas a pocas horas de haber llegado al laboratorio. En el caso de la entrevista se usó un cuestionario en papel donde se tomaron los aspectos relevantes según las manifestaciones de 10 pobladores cercanos a los puntos de muestreo.

1.3. Análisis estadístico y coordenadas

Las coordenadas fueron proyectadas en sistema WGS 84 (**Tabla 1.**), el mapa de los puntos donde se realizó la toma de las muestras se lo obtuvo mediante Arc Map versión 10.4.1 a partir de un archivo Kml y las medidas resumen se las obtuvo con el programa estadístico Info stat versión 2020e.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

2.1.Resultados y discusión

Al mostrar los resultados obtenidos por la presencia de nitrógeno y fósforo en las aguas del Río Chone, permitió publicar datos de uso exclusivos y originales del estudio, para lo cual, se tomaron muestra en el mes de abril del 2021 correspondiente al periodo de época lluviosa en la provincia de Manabí, demostrando que en los cinco puntos de la obtención de muestras se recolectó aguas con un pH neutro (**Tabla 2.**).

Tabla 2. Valores obtenidos en el análisis de las aguas del Río Chone.

MUEST RAS	T.K.N. (mg/L)	N.A. (mg/L)	N.O. (mg/L)	pH	FÓSFORO (mg/L)	TEMPERA TURA °C	SDT
1A	6,30	1,12	5,18	7,65	3,42	26	19
1B	6,58	1,12	5,46	7,58	2,66	26	21
1C	6,30	1,68	4,62	7,55	2,85	26	23
2A	9,24	0,56	8,68	7,28	2,47	26	37
2B	9,10	0,56	8,54	7,45	2,28	26	39
2C	9,24	1,12	8,12	7,38	2,47	26	41
3A	6,02	0,56	5,46	7,46	3,81	26,5	38
3B	5,88	0,56	5,32	7,51	3,61	26,5	39
3C	6,02	0,56	5,46	7,74	3,61	26,5	40
4A	10,22	1,12	9,10	7,38	3,23	27	42
4B	9,80	0,56	9,24	7,69	3,81	27	44
4C	9,94	1,12	8,82	7,72	3,42	27	46
5A	13,72	0,56	13,16	7,59	2,09	27	43
5B	14	1,12	12,88	7,47	1,90	27	44
5C	13,86	1,12	12,74	7,58	1,71	27	46

Descripción: Nitrógeno Total por el método de Kjeldahl (**T.K.N.**), nitrógeno amoniacal (**N.A.**) y nitrógeno orgánico (**N.O.**).

Fuente: Carlos Véliz Cedeño.

Los valores obtenidos entre los cinco puntos de muestreos para cada resultado son los siguientes: El nitrógeno total por el método de Kjeldahl va desde 5,88 mg/L en la muestra B del sitio 3, hasta 14 mg/L en la muestra B del sitio 5 (**Tabla 2**), mientras (Reyes et al., 2018) presenta valores de nitrógeno amoniacal elevados, exponiendo que los mismos se deben al uso de fertilizantes y al proceso de descomposición de la materia orgánica, no obstante, (Bolaños et al., 2017) presentan datos cuantitativos de nitritos que van de (2,85 mg/L a 0,01 mg/L) haciendo referencia a una contaminación por nitrógeno provocada por el crecimiento urbano y los fertilizantes.

El nitrógeno amoniacal va desde 0,56 mg/L en la muestra B del sitio 4, hasta 1,68 mg/L en la muestra C del sitio 1 (**Tabla 2**), en este caso (Rodríguez & Giménez Lega, 2017) explica que una acumulación de nitrógeno puede provocar grandes cantidades de nitritos y nitratos, los mismos que ocasionan la eutrofización, aunque endicho trabajo no se muestra una correlación entre las variables nitritos, nitratos y pH; en contraposición a lo descrito por (Ramírez et al., 2018), encontrando relación entre el nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y el suelo limoso de varias quebradas en Colombia, afirmando que los bosques ribereños ayudan a amortiguar las cargas de nitrógeno de la actividad ganadera, en concordancia (Castañeda Villanueva et al., 2019), manifiestan que los altos niveles de nitrógeno amoniacal se deben a la actividad pecuaria, industrial y a la basura de los centros urbanos, los mismos también pueden afectar de manera significativa a las aguas subterráneas.

El nitrógeno orgánico va desde 4,62 mg/L en la muestra C del sitio 1, hasta 13,16 mg/L en la muestra A del sitio 5 (**Tabla 2**); siendo la cantidad de nitrógeno y fósforo un problema, ya que la agricultura genera grandes cantidades de estos dos bioelementos, siendo su remoción una tarea imprescindible, para ello hay ciertas bacterias que ayudan en dicha tarea, ya que sin estas, la eutrofización sería mayor (Ramos & Navarro, 2020); similarmente (Mendoza et al., 2018) expone que microorganismos como bacterias ayudan en la remoción hasta un 78,5% de nitritos, en el caso de los fosfatos se pueden remover hasta un 51,6%, pero también hay plantas que remueven ambos micronutrientes como *Eichhornia crassipes*, ya que sin estos organismos, las concentraciones de nitrógeno y fósforo en agua serían mayores. Las fábricas pueden generar aguas residuales y muchas veces estas pueden ser tratadas y usadas en la agricultura, pero contienen una alta cantidad de contaminación, lo que crea un riesgo para la salud (Morales-Durán et al., 2018).

El pH va desde 7,28 en la muestra A del sitio 2, hasta 7,74 en la muestra C del sitio 3; en el caso de este parámetro según (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017) es inversamente proporcional

a las precipitaciones conjuntamente a la conductividad, coliformes, entre otros, ya que estos se diluyen significativamente al aumentar los niveles de agua; siendo similar el criterio de (Jiménez-González et al., 2021), ya que, el pH de aguas que estaban ubicadas en cuevas era ligeramente ácido, el mismo que se debe a que las corrientes pasan por bosques con alta saturación de CO₂; según (Fernández-Rodríguez et al., 2018) la actividad antropogénica determina la calidad del agua afectando principalmente a las variables físico-químicas como el pH debido a las concentraciones de metales en la misma; (Villa et al., 2021) el pH puede variar de época lluviosa a seca, pero influyen otros factores como los sedimentos que pueden contener compuestos químicos que alteren el pH significativamente, sin embargo la geología también puede influir en el pH del agua ya que en lugares rocosos en presencia de algunos compuestos químicos como sales de calcio disminuyen dicho parámetro haciéndolo más ácido (Erceg et al., 2021). (Gutiérrez García et al., 2016) establecen una relación directa entre el pH y las concentraciones de micronutrientes, encontrando que las aguas alcalinas presentan deficiencia de nutrientes imprescindibles para las plantas, de igual manera con la conductividad eléctrica y la temperatura.

El fósforo va desde 1,71 mg/L en la muestra C del sitio 5, hasta 3,61 mg/L en la muestra C del sitio 3, cantidades que son significativas, ya que el enriquecimiento del agua por fósforo por fuentes naturales en el agua es lento, pero por origen antropogénico dicho proceso se acelera el mismo, puede estar correlacionado con otras variables como las precipitaciones, la saturación de oxígeno y el pH según (Ríos-Rodríguez et al., 2021); siguiendo el mismo criterio (Aguirre et al., 2021) manifiesta que los sedimentos también pueden provocar aumento de micronutrientes, ya que hay una relación directa entre el contenido de metales en sedimentos y variables como el fosfato, nitritos, nitratos, conductividad eléctrica, entre otras; pero (Hernandez-Alvarez et al., 2021) presenta índices de calidad del agua (ICA) en época lluviosa muy buenos, sin haber diferencias significativas entre las variables del nivel de medición (ICA).

La temperatura va desde 26 °C en el sitio 1 y 2, hasta 17 °C en el sitio 4 y 5; las temperaturas pueden variar dependiendo de la estación del año y estas se convierten en una variable a tomar en cuenta, porque incide directamente en el agua aumentando la cantidad de solutos en la misma (Taboada et al., 2018);

El TDS va desde 19 mg/L en la muestra A del sitio 1, hasta 46 mg/L en la muestra C del sitio 5; los sólidos disueltos totales, están relacionados con la turbidez, también con el oxígeno disuelto en

el agua, porque los sólidos en suspensión pueden descomponerse orgánicamente, disminuyendo el oxígeno disuelto (Argota et al., 2020).

Determinar la calidad del agua basándose en geología y las condiciones físico-químicas del recurso hídrico tiene una importancia significativa, porque se pueden encontrar compuestos de metales y no metales los mismos que inciden directamente en la demanda química de oxígeno o en la limitación de la vida (Pino et al., 2017), el Río Portoviejo de similares características al Río Chone presenta una contaminación mayor a medida que el cauce hídrico va bajando debido al vertimiento de aguas residuales, por problemas con el alcantarillado y otros factores (Quiroz-Fernández et al., 2017)

Tabla 3. Medidas de resumen del estudio.

VARIABLE	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
T.K.N.	15	9,09	2,95	32,49	5,88	14,01
N.A.	15	0,90	0,35	39,56	0,56	1,68
N.O.	15	8,19	2,96	36,14	4,62	13,17
pH	15	7,54	0,13	1,78	7,28	7,74
Fósforo total	15	2,90	0,72	24,77	1,71	3,81
TDS	15	37,47	8,98	23,95	19,00	46,00

Descripción: Nitrógeno Total por el método de Kjeldahl (**T.K.N.**), nitrógeno amoniacal (**N.A.**), nitrógeno orgánico (**N.O.**), desviación estándar (**D.E.**).

La (**Tabla 3.**) muestra una desviación estándar mayoritaria en los sólidos disueltos totales, sin embargo, el nitrógeno total por el método Kjeldahl, nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal presentan un alto coeficiente de variación en comparación con el pH, fósforo y sólidos disueltos totales, denotando una mayor variación entre el nitrógeno y el fósforo.

Tabla 4. Resultados obtenidos de la entrevista aplicada a un número limitado de moradores de los puntos de muestreo.

ENTREVISTA

Actividad que realiza en su finca	Plaguicida o pesticida que utiliza	Frecuencia con que los aplica	Para qué utiliza este producto	Composición química del producto
Ganaderas	Pastar	Cada año, o cuando los potreros tienen mucha maleza	Para matar maleza y conservar y fortalecer el pasto	
	Amina	Cada vez que se retiran las vacas de un potrero ya que es más barato que trabajar a machete	Para matar maleza	2,4-D Dimethylamina Salt.720 g/l Aditivos...C.S.p. 11
	Mata lento	Cada vez que se retiran las vacas de un potrero ya que es más barato que trabajar a machete	Para matar maleza	Glyphosate 400 g/L
	Tordón	Cada vez que se retiran las vacas de un potrero ya que es más barato que trabajar a machete	Para matar maleza	
	Glifosato	Cada vez que se retiran las vacas de un potrero ya que es más barato que trabajar a machete	Para matar maleza	
Agrícola	Malatión	Cada año a 10 cm de distancia en la cepa o raíz del tallo	Para matar hormigas, Gualpa o polilla en la raíz del plátano	Malathion... 500 g/kg Excipientes. C.S.p. 1 kg
	Urea	Cada año para las cosechas	Para que la planta crezca más rápido y de una buena cosecha	Nitrógeno (N) 46% p/p

Cistor	Una vez al año, antes de la entrada de agua o cuando el caco comienza florecer	Para evitar la caída de la flor del cacao	Ácido Fólico 0.03% p/v Boro (B) 0.34% p/v Citoquinina 0.01% p/v Potasio (K ₂ O) 6.34% p/v
matabolan do	Cada año para las cosechas	Para curar el maíz antes de sembrar para que no lo saquen las aves. Para fumigar el tomate cuando éste está muy pequeño (del tamaño de una canica) y protegerlo de los insectos.	
Furadan diluido en agua	Cada año para las cosechas Cuando hay presencia de hormiga	Para curar el maíz antes de sembrar para que no lo saquen las aves. Se le agrega directamente al suelo para matar hormiga.	
Moscatrin Cipermitri na Carate Glifosato Amina 6	Cada año para las cosechas	Para curar el maíz antes de sembrar para que no lo saquen las aves. Para fumigar maleza de maíz (plastas de hoja ancha o paja)	
Pulvin	1 a 2 veces al año		

por debajo de 5 gr/L no se toman restricciones, cuando se mantienen entre (5 mg/L y 30 gr/L) se aplican ciertas restricciones y cuando exceden los 30 gr/L se restringe el uso de dichas aguas, por el alto grado de contaminantes. Por otra parte, las bajas concentraciones de nitrógeno amoniacal están relacionadas con pH neutro o ligeramente alcalino, cuando las concentraciones son altas el pH tiende a ser ácido. Los valores del fósforo se deben al uso de químicos empleados en la producción de productos agrícolas y el mantenimiento de pastizales para la alimentación del ganado vacuno

Referencias

1. Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Linero-Cueto, J. (2021). Concentración de metales pesados y calidad físico-química del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
2. Argota, G., Escobar, F., & Moreno, E. (2020). Calidad estacionaria del agua ante el costo ambiental sostenible relativo con agregación de biomarcadores: Bahía de Puno, lago Titicaca, Perú. 22(2), 146–154.
3. Aveiga-Ortiz, A. M., Noles-Aguilar, P. J., Peñarrieta-Macías, F., & Murgueitio-Herrera, E. (2020). DISTRIBUCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA SUPERFICIAL Y SEDIMENTO EN LA CUENCA DEL RÍO CARRIZAL, MANABÍ - ECUADOR. 86(3), 260–275.
4. Belizario Quispe, G., Capacoila Coila, J., Huaquisto Ramos, E., Cornejo Olarte, D. A., & Chui Betancur, H. N. (2019). Determinación Del Contenido De Fósforo Y Arsénico, Y De Otros Metales Contaminantes De Las Aguas Superficiales Del Río Coata, Afluente Del Lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>
5. Bolaños, J. D., Castro, G. C., & Araya, G. S. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
6. Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión Cultural y Científica de La Universidad La Salle En Bolivia*,

- 47–68. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_arttext&fbclid=IwAR1_6MqbDEH2jK2zgnJPH72i7w9ptzKeWtR8Q492uGrLUZiKbLNHsJtfIeU
7. Caho-Rodríguez, C. A., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
 8. Castañeda Villanueva, A. A., Flores López, H. E., & Cuevas-Villanueva, R. A. (2019). Diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales en la región de Los Altos Norte de Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 28(6), 1–13. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1843>
 9. Erceg, Y. P. D., Dudik, N. H., Sáez, G. A., Soria, E. M., Herman, C., Nuñez, M. B., & Peña, S. (2021). Evaluación del agua minero-medicinal de Presidencia Roque Sáenz Peña, provincia del Chaco, Argentina. *50(2)*, 406–422.
 10. Estévez Menendez, S., Montada Dorta, D., Castex Rodríguez, M., Leyva Silva, M., & Castillo, I. I. F. (2016). *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 1(2), 1–9.
 11. Eugercios Silva, A. R., Álvarez-Cobelas, M., & Montero González, E. (2017). Impactos del nitrógeno agrícola en los ecosistemas acuáticos. *Ecosistemas*, 26(1), 37–44. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-1.06>
 12. Félix-Mera., J. E., Chávez-Álava, J. P., & Muñoz-Mendoza, M. A. (2021). Obtención de curvas de intensidad-duración-frecuencia a partir de distribuciones de probabilidad en la cuenca media del río Chone. 1–19.
 13. Fernández-Rodríguez, M., Christian, B. N., Guardado-Lacaba, R., & Carmenate, Y. A. (2018). Evaluación hidroquímica de las aguas del río Cayo Guam, Moa, Cuba. *Minería y Geología*, 34(3), 25–40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122018000300003&lng=es&tlng=en.%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=132932668&site=eds-live
 14. Gutiérrez García, J. V, Olvera España, M., Rodríguez Trejo, D. A., Aldrete, A., Cibrián Tovar, D., Rodríguez M, C., & Castro Z, S. (2016). calidad del agua en los viveros forestales de México Diagnosis of water quality of the forest nurseries in Mexico. *Revista Electronica Nova Scientia*, 8(1), 123–139.

15. Hernandez-Alvarez, U., Pinedo-Hernandez, J., Paternina-Uribe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
16. Hernández-Baranda, Y., Rodríguez-Hernández, P., Peña-Icart, M., Meriño-Hernández, A., Pérez-Pérez, R., & Loreilys Ortega-García. (2021). Caracterización química y agronómica del agua del río Tapaste, ubicado en el nacimiento de la Cuenca Almendares-Vento. 42(3).
17. Hernández Vargas, O., Mancilla Villa, O. R., Palomera García, C., Olguín López, J. L., Flores Magdaleno, H., Can Chulim, Á., Ortega Escobar, H. M., & Sánchez Bernal, E. I. (2020). Evaluación De La Calidad Del Agua Y De La Ribera En Dos Cuencas Tributarias Del Río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), 689–701. <https://doi.org/10.20937/rica.53595>
18. Jiménez-González, D. M., Murillo-García, K., & Ríos-Pulgarín, M. I. (2021). Caracterización físicoquímica e hidrobiológica de tres ecosistemas kársticos de la cuenca del río Magdalena (Antioquia, Colombia) durante el ciclo hidrológico 2016-2017. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(175), 432–448. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1260>
19. Loera-Alvarado, L. A., Torres-Aquino, M. J. m., Juan Felipe Martínez-Montoya, J. F., Cisneros-Almazán, R., & Martínez Hernández, J. de J. (2019). Calidad del agua de escorrentía para uso agrícola captada en bordos de almacenamiento. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 283. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1867>
20. Mendoza, Y. I., I.Pérez, J., & Galindo, A. A. (2018). Evaluación del Aporte de las Plantas Acuáticas Pistia stratiotes y Eichhornia crassipes en el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales. *Información Tecnológica*, 29(2), 205–214. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000200205>
21. Morales-Durán, N., De La Torre-González, A., García-Sánchez, V., & Chávez, C. (2018). Estudio de la calidad bacteriológica y parámetros fisicoquímicos del agua del Distrito de Riego 023. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(1), 53–67. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-01-04>
22. Pino, E., Tacora, P., Steenken, A., Alfaro, L., Valle, A., Chávarri, E., Ascencios, D., & Mejía Marcauzco, J. A. (2017). Efecto de las características ambientales y geológicas

- sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 8(6), 77–99. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-06-06>
23. Quiroz-Fernández, L. S., Izquierdo-Kulich, E., & Menéndez-Gutiérrez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51 p.
24. Ramírez, Y., Giraldo, L., Zúñiga, M., Ramos, B., & Chará, J. (2018). Influencia de la ganadería en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1244. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/30316>
25. Ramos, R., & Navarro, A. (2020). Tratamiento de efluentes del cultivo de *Seriola lalandi* por sedimentación, filtración y absorción en diferentes tiempos de retención hidráulica. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 54(3), 297. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.3.2020>
26. Reyes, A., Godoy, M., & Pineda, D. (2018). Valoración de parámetros químicos del agua en pozos de la UNAH durante 2016. *Revista Ciencia y Tecnología*, 22, 135–145. <https://doi.org/10.5377/rct.v0i22.6449>
27. Ríos-Rodríguez, F. A., Abril-Saltos, R. V., Carvajal, E., López-Adriano, K. P., & Rodríguez-Naranjo, H. E. (2021). Concentración de nitratos , fosfatos , tensoactivos y su relación con las precipitaciones en río Puyo Concentration of nitrates , phosphates , surfactants and their relationship with rainfall in the Puyo River. *XLII(3)*, 3–13.
28. Rivas, Z., Sánchez, J., Troncone, F., Márquez, R., De Medina, H. L., Colina, M., & Gutiérrez, E. (2009). Nitrógeno y fósforo totales de los ríos tributarios al sistema lago de maracaibo, Venezuela. *Interciencia*, 34(5), 308–314.
29. Rodríguez, J. G., & Giménez Lega, E. (2017). Application of principal component analysis in well water research for human consumption. *Población y Desarrollo*, 23(45), 38–52. [https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023\(45\)038-052](https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023(45)038-052)
30. Salcedo-Castro, J., Montiel, A., & Barría, K. (2021). Balance LOICZ de nitrógeno y fósforo para un área marina proglacial: Influencia de la variación pluviométrica en el flujo de nutrientes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 55(3), 191. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.3.2582>

31. Taboada, M. de L. Á., Martínez De Marco, S., Alderete, M., Gultemirian, M. L., & Tracanna, B. C. (2018). Evaluación del fitoplancton y la calidad del agua de un arroyo subtropical del Noroeste Argentino. *Bonplandia*, 27(2), 135. <https://doi.org/10.30972/bon.2723536>
32. Toctaguano, M. (2018). Desarrollo De Un Método Para El Análisis De Especies De Nitrógeno Orgánico Usando Un Destilador Automático Y Comparación Con Métodos Tradicionales [Universidad Central Del Ecuador. Facultad De Ciencias Químicas.]. 35–40. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15944/1/T-UCE-0008-CQU-019.pdf>
33. Villa, O. R. M., Cortes, B. N. A., Gutierrez, R. D. G., Vargas, O. H., Garcia, C. P., Gonzalez, Y. F., Escobar, H. M. O., Magdaleno, H. F., Chulim, A. C., Crespo, E. C., Bernal, E. I. S., Lopez, J. L. O., & Saldivar, I. M. (2021). Calidad del agua subterránea para uso agrícola en zacocalco de torres y autlan de navarro, mexico groundwater quality for agricultural use in zacocalco de torres and autlan de navarro, mexico. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–12. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.745>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).