

CARACTERIZACIÓN DEL PH EN LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS CON FINES AGRÍCOLAS DEL CANTÓN QUININDÉ

CHARACTERIZATION OF THE PH IN THE MAIN WATER SOURCES FOR AGRICULTURAL PURPOSES IN QUININDE

Recibido: 30/06/2022 – Aceptado: 29/07/2022

Kristley David Celi Sabando

Docente del Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Quinindé – Ecuador

Ingeniero Agropecuario
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

kceli@institutoquininde.tech
<https://orcid.org/0000-0001-7460-0517>

David Morales Perea

Docente de Agrotecnología,
Unidad Educativa Fiscomisional San Lorenzo
San Lorenzo – Ecuador

Ingeniero agrónomo
Universidad Técnica Luis Vargas Torres

david.morales@uef-sanlorenzo.com
<https://orcid.org/0000-0002-2841-2336>

Edwin Javier Correa Romero

Docente de Instalaciones Agropecuarias
Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Quinindé – Ecuador

Ingeniero Agropecuario - Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

jcorrea@institutoquininde.tech
<https://orcid.org/0000-0002-8642-583X>

Como citar este artículo:

Celi, K., Morales, D. & Correa, E. (Enero – Diciembre 2022). Caracterización del pH en las principales fuentes hídricas con fines agrícolas del cantón Quinindé. *Tierra Infinita* (8), 134-144. <https://doi.org/10.32645/26028131.1158>

Resumen

En la Agricultura de alta precisión en donde cada dato es medido se puede controlar las diferentes implicaciones que conlleva tener un nivel de acidez específico, pero en cultivos tradicionales en el cantón Quinindé, en donde el agua de riego se extrae directamente de las fuentes primarias, no existe documentación que exponga cuáles son los valores de pH en las principales fuentes hídricas de uso agrícola, para ello se realizó una caracterización del pH de las principales fuentes hídricas de Quinindé con fines agrícolas. La caracterización se la realizó midiendo in situ el pH de muestras de agua de 7 lugares estratégicos. De acuerdo a los resultados obtenidos por la investigación, las 6 de las 7 fuentes hídricas evaluadas arrojaron valores de pH en un rango de 7,09 – 7,77, a excepción del río Canandé que el pH fue de 6,64 el cual demuestra ser el más eficaz para que sus aguas se utilicen con fines de riego. De igual manera se encontró que el pH necesita de otras variables para poder emitir un criterio de recomendación de siembra en la zona de Quinindé, las cuales servirán también para valorizar el agua de riego con fines de fertirriego.

Palabras Clave: caracterización de pH, muestras de agua, agua con fines de riego

Abstract

In high-precision agriculture, where each data is measured, the different implications of having a specific acidity level can be controlled, but in traditional crops in the Quinindé canton, where irrigation water is extracted directly from primary sources, There is no documentation that exposes what the pH values are in the main water sources for agricultural use, for which a characterization of the pH of the main water sources of Quinindé for agricultural purposes was carried out. The characterization was carried out by measuring in situ the pH of water samples from 7 strategic places. According to the results obtained by the investigation, the 6 of the 7 water sources evaluated showed pH values in a range of 7.09 - 7.77, with the exception of the Canandé River, which had a pH of 6.64, which shows be the most efficient for its waters to be used for irrigation purposes. In the same way, it was found that the pH needs other variables to be able to issue a sowing recommendation criterion in the Quinindé área, which will also serve to value irrigation water for fertigation purposes.

Keywords: pH characterization, water samples, water for irrigation purposes.

Introducción

El agua es muy importante para la vida de las plantas, éstas la necesitan para asegurar su supervivencia, entra por las raíces, se moviliza por el tallo, y sale a la atmósfera; las sales inorgánicas y las moléculas orgánicas se difunden en muchas direcciones a través de la planta por transpiración. Miles de reacciones químicas diferentes ocurren continuamente en cada célula viva, transformando el agua, las sales minerales y los gases del ambiente en los tejidos orgánicos de la planta, que son sustancias esenciales para la formación de ésta (Alegria Muñoz, 2016).

Según el Banco Mundial en el 2017, el uso del agua es un tema central en cualquier debate sobre los recursos hídricos y la seguridad alimentaria. En promedio, en la agricultura se abarca el 70 % del agua que se extrae en el planeta, y las actividades agrícolas figuran una proporción aún mayor del “uso consuntivo del agua” debido a la evapotranspiración de los cultivos. Alrededor del mundo, más de 330 millones de hectáreas cuentan con instalaciones de riego. La agricultura de regadío se estima el 20 % del total de la superficie cultivada y contribuye el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo.

Así mismo, Castellón Gómez et al. (2015) mencionan que el agua de riego es utilizada de manera estratégica con el objetivo de aumentar la producción de alimentos, sin embargo, su uso inadecuado puede afectar la calidad de la superficie agrícola. Por ello, es importante distinguir las características tanto químicas como agronómicas que posee el agua; ya que, la calidad química que presenta el agua comprende las concentraciones de iones y sales, cuyas características posibilitan clasificar su finalidad de uso. Mientras que, las características agronómicas son fundamentales en cuanto a condiciones de salinidad o contenido de sodio, esto gracias a la especificidad de la concentración y composición de los componentes que se hallen disueltos (p. 40).

El agua que se utiliza para la agricultura tiene alto impacto a nivel de desarrollo fisiológico y productivo, por ello es importante conocer aspectos básicos de la misma, tal como concentración de sales y minerales, temperatura y pH entre otros. De tal manera esta investigación abarca uno de esos aspectos que es el pH o potencial de hidrógeno. En cultivos de alta precisión en donde cada dato es medido se pueden controlar las diferentes implicaciones que conlleva tener un nivel de acidez específico, pero en cultivos tradicionales en el cantón Quinindé, en donde el agua de riego se extrae directamente de las fuentes primarias, no existe documentación que exponga cuáles son los valores de pH en las principales fuentes hídricas de uso agrícola, para ello es fundamental un estudio que permita dar a conocer estos valores.

La estabilidad de los cultivos dependerá de la relación entre el agua y la calidad del suelo ya que debe existir un equilibrio entre las sales, minerales y nutrientes que ambos aporten para que el desarrollo de la siembra no se vea afectado. Siendo así que la acumulación de sales es la razón principal por la cual se clasifica el agua de riego, ya que esta se rige por varios parámetros como el clima, la agricultura predominante, la plantación a sembrar, las condiciones físicas en que se halle el suelo entre otros. Por otro lado, el uso del agua para riego puede presentar desventajas como la contaminación debido a que surge la infiltración del agua en suelo, siendo posible la combinación de iones que resulten ser tóxicos a causa de la salinidad y alcalinidad que puede generarse (García, 2012, p. 27).

El pH tanto del agua como del suelo pueden favorecer o perjudicar el desarrollo de las plantas; el pH del suelo varía según la escala de 0 hasta 14, debido a que existen diferentes tipos de suelos que se clasifican según su nivel de acidez o basicidad, siendo que los suelos con un pH sobre 7 son considerados como básicos o dulces, mientras que si son bajos de 7 se consideran como

ácidos o amargos y si el pH es igual a 7 se dice que el suelo es neutro. Esto permite determinar la fertilidad del suelo, además de que el pH funciona como un indicador acerca del contenido de determinados elementos ya sean tóxicos (aluminio y manganeso) o básicos (calcio y magnesio). Además, la determinación del pH del suelo permite diagnosticar la escasez de nutrientes para el óptimo desarrollo de las plantas (Rivera et al., 2018, pp. 101-102).

Por lo anteriormente descrito esta investigación tiene como objeto caracterizar el pH del agua de las fuentes hídricas más importantes de Quinindé, de esta manera se puede generar información relevante para recomendaciones de uso de suelo agrícola.

Materiales y Métodos

El cantón Quinindé se encuentra ubicado en la región Costa del Ecuador: Latitud: 0.33, Longitud: -79.48 0° 19' 48" Norte, 79° 28' 48" Oeste, con 385.500 hectáreas en superficie a una altitud de 108 msnm. Pertenece a la provincia de Esmeraldas colindando al norte con los cantones Esmeraldas y Río Verde, al sur con cantón La Concordia parte de la provincia de Santo Domingo, al oeste con Muisne y este con Eloy Alfaro.

La presente investigación es del tipo exploratoria evaluativa, en donde se hicieron mediciones in situ del pH del agua de las fuentes hídricas más importantes de Quinindé. Se determinaron que las tierras agrícolas de Quinindé se ven influenciadas por las siguientes fuentes hídricas: río Cube (Figura 1), río Chipocentro (Figura 2), río Guayabamba, río Canandé, río Viche, río Quinindé (Figura 4) y río Cupa (Figura 3).



Figura 1. Riberas del río Cube ubicado en la parroquia del mismo nombre.



Figura 2. Punto de toma de muestra en río Chipo – Centro



Figura 3. Punto de toma de muestra en río Cupa



Figura 4. Punto de toma de muestra en río Quinindé

Se recolectaron las muestras de agua in situ, para luego ser analizadas con un medidor de pH digital portátil (Figura 5). Se obtuvieron 3 muestras por cada sitio con una diferencia de 10 minutos entre cada recolección, de igual manera cada una contó con una toma de ubicación geográfica



Figura 5. Medidor de pH digital portátil usado en la investigación.

El sitio específico de recolección de muestra fue de 5 metros de la orilla de cada fuente hídrica para evitar alteraciones en los resultados obtenidos (Figura 6).



Figura 6. Distanciamiento óptimo para toma de muestra de agua.

Una vez realizado el análisis de pH se realizó un promedio de los datos obtenidos para resumir la información y de esta manera poder generar observaciones puntuales, asimismo se dio la clasificación del pH según los resultados arrojados por la investigación.

Resultados y Discusión

Luego de haber realizado las mediciones correspondientes se obtienen los siguientes resultados, cabe denotar que los mismos fueron recolectados en época de invierno:

Tabla 1.

Resultado del análisis del pH de las principales fuentes hídricas del cantón Quinindé

Código de muestra	Ubicación Geográfica	Localidad	pH	Clasificación
001	0.5017335042702676, -79.64001888481388	Cube	7,77	Medianamente básico
002	0.3098838233487543, -79.40994840512789	Chipo Centro	7,20	neutro
003	0.441520912023791, -79.40042511432732	Guallabamba	7,33	Neutro – ligeramente básico
004	0.459050, -79.259732	Canande	6,64	Ligeramente ácido
005	0.4907799143158063, -79.71500008104788	Viche	7,09	Neutro
006	0.244456, -79.500485	Quinindé	7,22	Neutro
007	0.3972258392826522, -79.48578094021286	Cupa	7,12	Neutro
Promedio			7,20	Neutro

De manera general se observa que el promedio de pH se encuentra en un rango de 7,1 a 7,4, con valores diferentes en el río Canandé (6,64) y río Cube (7,77) para lo cual se analiza también las implicaciones a nivel de suelo y a nivel de cultivo. En una investigación realizada por Sarabia Meléndez et al. (2011) en un análisis de aguas se encontró que el valor promedio de pH es de 7,06, el valor máximo 7,74 y el mínimo 6,54, valores que son muy cercanos a los encontrados en esta investigación. Caso contrario ocurre en el estudio de Ramírez Castillo, A. J. (2021), en donde detalla que el pH encontrado en el río Teatone, Esmeraldas fue de $8,15 \pm 0,04$ en el año 2019, siendo los valores mínimos y máximos de 7,62 y 8,55 respectivamente.

El agua de riego con fines agrícolas o de producción agrícola va del rango de 6.0 hasta 9 de pH (CONAGUA, 2013) por lo que los valores obtenidos por la totalidad de las muestras tomadas en Quinindé dan indicios de que el agua de las fuentes de agua mencionadas anteriormente permite ser utilizadas para la agricultura (6,64 – 7,77). Información que es contrastada por Sonneveld (2003), quien manifiesta que el pH del agua de riego debe estar en un rango de 5,5 a 7 favorecer la absorción de los nutrientes. Para generar información más concreta es necesario analizar el agua durante un año calendario diferenciando entre las épocas de invierno y verano. De igual manera se deben agregar análisis de cloruros, nitratos, dureza, alcalinidad y prueba de elementos.

Para el agua con fines de fertirriego se requiere que la solución se encuentre en un rango de 6 a 6.5 de pH, por lo tanto, el agua usada desde las fuentes hídricas de Quinindé se la puede modificar agregando ácidos como el NH_4 y en caso de que exista la necesidad de aumentar el pH se incorpora NO_3 según se requiera según lo expresa Ulloa, M. C. (2016). La calidad del agua de las fuentes de donde se analizó el pH es muy buena si se la analiza desde esa perspectiva, pero como ya se mencionó es necesario realizar otras mediciones. Es por esto por lo que, el presente estudio debe ser tomado como preliminar para futuras investigaciones.

En cuanto a las implicaciones del uso de agua de riego en el suelo Sadeghian (2008) mantiene que el incremento de la acidez se traduce en una disminución de la CIC, con implicaciones en la fertilidad del suelo y la eficiencia de la fertilización, pues habrá menor capacidad de retención debido a que las aleaciones ocupan los sitios de intercambio, menos participación de las bases intercambiables Ca_2+ , Mg_2+ y $\text{K}+$ y mayor susceptibilidad de éstos para derrochar por lavado. Esto es debido al efecto de lixiviación que implica el uso de fertirrigación o de simple riego. La variación de pH en el suelo se ve también influenciada ya que a medida que disminuye la concentración de iones hidrógeno aumenta el pH y viceversa. Esto quiere decir que, si el pH de un suelo es bajo, tiene una alta concentración de H^+ y si tiene un pH alto posee una baja concentración de iones H^+ . La reacción del suelo sea ácida o alcalina, es importante porque influye en sus propiedades químicas, físicas y microbiológicas.

Según Jara Facundo (2003) otra razón para la variabilidad del pH y específicamente detallando la reducción del mismo, se da cuando las reacciones bioquímicas incrementan la concentración de anhídrido carbónico en el agua que por lo general se da por la descomposición de restos orgánicos, lo cual influye en la reducción del oxígeno molecular y por ende influye en el aumento del proceso de descomposición anaeróbico y desemboca en aumento de la concentración de H_2S en el agua, dando como resultado una disminución mayor del pH.

Se puede inferir en base a otras investigaciones un determinado grupo de cultivos o posibles nuevos cultivos en Quinindé usando como referencia el pH recomendado en fuentes hídricas con fines agrícolas, pero utilizando recomendaciones como las de Alarcón & Menéndez (2015) en donde manifiesta no sembrar cacao en lugares con un pH aparentemente estable (7,20) que es un valor muy cercano al obtenido en los ríos Quinindé y Chipo – Centro, pero si recomienda hacerlo otros sectores con un pH parecido con una variación de $\pm 0,3$ puntos. De esta manera se presenta

otro criterio de valoración antes mencionado que es la medición de la variable dureza del agua que en la ya mencionada investigación presenta una variación respecto al pH de las muestras tomadas. Es por esta razón que para poder emitir un criterio técnico de recomendación de determinados cultivos o de incentivar la explotación de otros no tan comunes en Quinindé es necesario generar investigaciones más específicas en donde se analicen otras variables más intrínsecas del agua de riego y que analicen la interacción que existe con el pH del suelo y demás características físicas – químicas; de igual manera Zamora, J. R. (2009) coincide con el estudio anterior en donde analiza que el pH del agua de riego no es un factor único para ser tomado en cuenta en una valoración de calidad de agua y siendo la dureza un factor importante en la toma de decisiones de un técnico para el manejo o uso del agua con fines utilización junto con plaguicidas (Hernández y Salazar, 2019).

Conclusiones

En general, un agua con un pH < 7 se considera ácido y con un pH > 7 se considera básica o alcalina. El rango normal de pH en agua superficial es de 6,5 a 8,5 y para las aguas subterráneas 6 – 8.5. La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para resistir un cambio de pH que tendría que hacerse más ácida. El pH de las fuentes hídricas de Quinindé se encuentra dentro del rango recomendado de manera general (6 – 8) siendo el río Canandé (6,64) el que se acerca al nivel requerido, mientras que el río Cube (7,77) presenta valores altos en pH si se lo compara con el resto de las fuentes hídricas evaluadas, pero se encuentra dentro del margen establecido.

Las variaciones del pH del agua están dadas por factores como la conductividad eléctrica, así como de la interacción propia del sistema hídrico de la cual se analice, el cual se puede considerar básico por la presencia de carbonatos o ácido por la presencia de H₂S causado por el aumento del CO₂ y disminución del O₂ debido a la descomposición de materia orgánica en los ríos.

En caso de necesitar agua con fines de fertirrigación, las aguas de Quinindé son aptas para las mismas desde el punto de vista del pH ya que se encuentran en valores cercanos a 6, los valores obtenidos en el estudio pueden ser modificados aplicando NH₄ para acidificar o NO₃ para disminuir la acidez.

Utilizar el valor del pH sin analizar otras variables propias del agua de riego no representa un criterio determinante para poder recomendar la siembra de cultivo con fines de alta producción en Quinindé, debido a que pueden existir lugares en donde el pH, la dureza, la CIC y la CE no sean congruentes entre sí.

Recomendaciones

Replicar esta investigación para analizar el comportamiento del potencial de hidrógeno de estos sectores estratégicos a través de mediciones mensuales, para futuras investigaciones se puede considerar la comparativa del pH del agua vs el pH del suelo, realizar análisis relacionados al índice de calidad del agua, turbidez, Conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, entre otros.

Analizar los componentes bióticos y abióticos del agua de las fuentes hídricas de Quinindé por separado ya que cada una tiene variaciones que afectan de manera distinta desde el punto de vista agrícola y medio ambiental, lo que puede generar investigaciones de carácter social, ambiental, agrícola y pecuario.

Evaluar otros componentes del agua de riego y enfrentarlos a los componentes propios o característicos del suelo y ser más específicos, es decir, no generalizar en base a un territorio

extenso como Quinindé, más bien ser puntuales y emitir una recomendación de manera individual por punto estratégico de análisis.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, N. M., & Menéndez, J. P. (2015). Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí. *La técnica*, (14), 6-23.
- Alegria Muñoz, W. (2016). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana . Obtenido de Facultad de Ciencias Forestales : <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/descargas/publicaciones/FISIO-TEX.pdf>
- CONAGUA (2013). Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2013, Comisión Nacional del Agua. Ley. Tlalpan, Ciudad de México, México, 94 pp.
- Gómez, D. O. (2002). El agua en la agricultura. *La Granja*, 1(1), 23-24. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/1.2002.13>
- García, A. (2012). Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *IAH*, 7, 27-36. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/\\$FILE/6%20Art.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf)
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ. (2015). Plan de ordenamiento territorial del GAD Municipal de Quinindé. Obtenido de http://www.municipiodequininde.gob.ec/municipio/index.php/component/easyfolderlistingpro/?view=download&format=raw&data=eNpNjkkOwjAMRa-CfAEahgjmWxZsGKSyRoG6raV0UJJCEeLuJIQKVomf_ewUQh8GowR8kZlpGFtcDJD4EoWZMaGVUvjLRm22iWyvedAp0hHQzzQQjR0Co6Mva3bYFwPn-Yr5Z
- Hernández Frías, G., & Salazar Pinilla, L. (2019). INFLUENCIA DE LA DUREZA DEL AGUA EN RÍOS Y POZOS EN LA EFECTIVIDAD DE PLAGUICIDAS, PROVINCIA DE LOS SANTOS, PANAMÁ. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 1(2), 28-42. Recuperado a partir de https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/investigaciones_agropecuarias/article/view/495
- Jara Facundo, M. A. (2003). Distribución de metales pesados en agua y sedimentos y sus efectos sobre la vida acuática en la cuenca superior del río Santa.
- Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista De Iniciación Científica*, 4, 101-105. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1829>
- Ramírez Castillo, A. J. (2021). Caracterización físico-química del agua y su relación con el uso del suelo en el río teaone, cantones Esmeraldas, año 2019 (Master's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Sadeghian, S. (2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica.
- SARABIA MELÉNDEZ, Irma Francisca, CISNEROS ALMAZÁN, Rodolfo, ACEVES DE ALBA, Jorge, DURÁN GARCÍA, Héctor Martín, & CASTRO LARRAGOITIA, Javier. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 103-113. Recuperado en 09 de abril de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000200002&lng=es&tIng=es.

- Sonneveld, B. G. J. S., & Keyzer, M. A. (2003). Land under pressure: soil conservation concerns and opportunities for Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 14(1), 5-23.
- Ulloa, M. C. (2016). Fertirriego en Ecuador, presente y futuro. In Quito: Congreso Ecuatoriano de La Ciencias Del Suelo.
- Zamora, J. R. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Pensamiento Actual*, 9(12), 125-134.