

AMA  
Agencia de Medio Ambiente

## ARTÍCULO

CUB@: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

Sitio de la revista: [www.cmad.ama.cu](http://www.cmad.ama.cu) QR: <https://eqrcode.co/a/LH04a5>

# CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO DEL RECURSO AGUA EN SISTEMAS AGROFORESTALES DEL MACIZO MONTAÑOSO NIPE-SAGUA-BARACOA

## CHARACTERIZATION OF THE STATE OF THE WATER RESOURCE IN AGROFORESTRY SYSTEMS OF NIPE-SAGUA-BARACOA

YISEL FAVIER SÁNCHEZ, LÁZARO M. COTILLA PELIER

Centro de Desarrollo de la Montaña. El Salvador. Guantánamo. Cuba. E-mail: [yisel@cdm.gtmo.inf.cu](mailto:yisel@cdm.gtmo.inf.cu)

Palabras Claves:	Resumen
Agroecosistemas agua parámetros de calidad	En los agroecosistemas de montaña, un problema de gran envergadura lo constituye el manejo y la conservación de los recursos naturales y, dentro de estos, el agua. Sobre esta base, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de caracterizar el comportamiento de los principales parámetros de calidad del agua, en sistemas agroforestales del macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa. Como parámetros para la caracterización de las aguas en los agroecosistemas se seleccionaron: pH, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) por constituir indicadores directos del nivel de contaminación de un caudal de agua. Los valores de estos parámetros, estuvieron dentro del intervalo esperado para aguas corrientes no contaminadas, lo cual denota un estado de conservación satisfactorio del recurso agua en estos sitios.
Key words:	Abstract
Agroecosystems water quality parameters	In mountain agroecosystems, a major problem is the management and conservation of natural resources and, within these, water. On this basis, the present work was carried out with the aim of characterizing the behavior of the main water quality parameters in agroforestry systems of the Nipe Sagua Baracoa mountain massif. As parameters for the characterization of the waters in the agroecosystems, the following were selected: pH, Dissolved Oxygen (DO), Chemical Oxygen Demand (COD), Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) and nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) as they are direct indicators of the level of contamination of a flow of water. The values of these parameters were within the expected range for uncontaminated running waters, which denotes a satisfactory state of conservation of the water resource at these sites.

### Introducción

En los agroecosistemas de montaña un problema de gran envergadura lo constituye el manejo y la conservación de los recursos naturales y en especial de la diversidad biológica, el suelo y el agua (Díaz, 2019).

El cambio climático y la variabilidad climática han alterado los patrones de precipitación en la región, lo que afecta en general al sector agrícola, pero en mayor medida a la agricultura familiar que es altamente dependiente de la lluvia (Jiménez, 2016).

Se estima que un millón de hogares vive de la agricultura de subsistencia en el Corredor Seco y están menos preparados para enfrentar periodos de sequía extrema. Lo anterior pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población rural centroamericana y hace necesario la búsqueda de opciones

tecnológicas y prácticas que permitan hacer frente a los retos que impone el cambio climático y la variabilidad climática.

Una de las tendencias promisorias para enfrentar los problemas antes expuestos lo constituye sin dudas el establecimiento y desarrollo de sistemas productivos agroecológicos y sostenibles, que incorporen mejoras tecnológicas en el manejo de los suelos, el agua y la biodiversidad, y en los que se fomenten actividades productivas y de manejo que permitan obtener bienes o servicios con incrementos de la productividad, y que sean compatibles con la protección y la conservación de los recursos naturales (Hernández, 2018). Ello implica, entre otras cosas, conocer el estado de conservación del recurso agua en estos agroecosistemas, así como los factores relacionados con el manejo de los mismos, que puedan incidir a mediano o largo plazo en la calidad del agua.

Recibido: 20 de julio de 2020

Aceptado: 16 de noviembre de 2020

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License CCBY-NC (4.0) internacional.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Sobre esta base, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de caracterizar el comportamiento de los principales parámetros de calidad del agua, en sistemas agroforestales del macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa.

## Materiales y Métodos

Como parámetros para la caracterización de las aguas en los agroecosistemas se seleccionaron: pH, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) por constituir indicadores directos del nivel de contaminación de un caudal de agua (APHA AWWA WEF, 2005).

Los muestreos se realizaron en agroecosistemas de los municipios de Yateras y Manuel Tames, provincia de Guantánamo, en puntos correspondientes a las fuentes de abasto a los agroecosistemas objeto de estudio. Los puntos de muestreo se seleccionaron considerando su ubicación con respecto a los agroecosistemas y su rol como fuente de abasto de los mismos. Sobre esta base se seleccionaron los siguientes:

En cada punto se tomaron varias muestras en dependencia de las características del mismo las cuales se homogenizaron para obtener una muestra representativa en cada caso.

Para la toma de las muestras se tomaron en consideración los requisitos correspondientes para los muestreos de aguas según APHA AWWA WEF (2005).

Las determinaciones de pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Nitratos y Nitritos se realizaron según la metodología establecida para agua potable, fundamentalmente el Método Estándar Internacional (APHA AWWA WEF, 2005) y la norma cubana NC 93-03: 1985. Los métodos se relacionan a continuación:

Determinación del pH: electrométrico.

Determinación del Oxígeno Disuelto (OD): método de Winkler o yodométrico con modificaciones.

Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO): método del dicromato de potasio.

Determinación de Nitratos y Nitritos: espectrofotométrico.

## Resultados y Discusión

La [tabla 2](#) muestra el comportamiento de los parámetros químicos de las aguas en los puntos muestreados de las fuentes de abasto de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames:

Los valores del pH en todos los puntos muestreados de los agroecosistemas se encuentran dentro del rango esperado para aguas corrientes superficiales (6.0-8.5). La Demanda Química de Oxígeno (DQO), por su parte, mostró valores por debajo de  $1000 \text{ mg.L}^{-1}$ , lo cual es indicativo de bajos niveles de materia orgánica en descomposición y, por tanto, de un bajo índice de contaminación, estado que se

**Tabla 1.** Puntos seleccionados para la toma de muestras de agua en las fuentes de abasto de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames.

**Table 1.** Selected points for taking water samples in the supply sources of the agro-ecosystems of the municipalities Yateras and Manuel Tames.

Punto	Localidad	Forma Productiva	Finca	Agroecosistema
Río Guayabal (Alto de Corea)	Raizú	CCS Antero Regalado	Finca 1 "Jorge Ramos Leiva"	Cafetalero, Forestal
Río Toa (Raizú)	Raizú	Granja integral EJT	Unidad militar Integral "Peña Blanca"	Forestal
Manantial (Palma del tiro)	La Cuabita	CCS "Pastor Martínez"	Finca 1. "Emilio Matos López"	Cafetalero, Silvopastoril
			Finca 2. "Gerald Calderín"	Cafetalero Silvopastoril
			Finca 3. "Aracelio Benítez Peña"	Cafetalero
			Finca 4. "Erlan Rodríguez Pelier"	Cafetalero, silvopastoril
			Finca 5. "Julio Rodríguez Matos"	Cafetalero Forestal
Manantial	Las municiones	CCS "Lino Álvarez de La Mercedes"	Finca 1. "Oscar Pérez Rodríguez"	Cafetalero
			Finca 2. "Diego Arcalla Rodríguez"	Silvopastoril
Manantial	Vega Grande	CCS "Sixto Acosta"	Finca 1. Enrique Lalan Blanco	Cafetalero, Forestal, Silvopastoril

**Tabla 2.** Comportamiento de los parámetros químicos de las aguas en los puntos muestreados de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames, Guantánamo.**Table 2.** Behavior of the chemical parameters of the waters from the sampled points of the agro-ecosystems of the Yateras and Manuel Tames municipalities, Guantánamo.

Punto	Localidad	Forma Productiva	Finca que abastece	Agroecos.	pH	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	
Río Guayabal (Alto de Corea)	Raizú	CCS Antero Regalado	Finca 1 "Jorge Ramos Leiva"	Cafetalero, Forestal	7.41	17.5	4.50	0.75	0.01	
Río Toa (Raizú)	Raizú	Granja integral EJT	Unidad militar Integral "Peña Blanca"	Forestal	7.08	11.2	4.10	0.15	0.00	
Manantial (Palma del tiro)	La Cuabita	CCS "Pastor Martínez"	Finca 1. "Emilio Matos López"	Cafetalero, Silvopastoril	7.49	10.7	4.62	0.13	0.00	
			Finca 2. "Geraldito Calderín"	Cafetalero Silvopastoril						
			Finca 3. "Aracelio Benítez Peña"	Cafetalero						
			Finca 4. "Erlan Rodríguez Pelier"	Cafetalero, silvopastoril						
			Finca 5. "Julio Rodríguez Matos"	Cafetalero Forestal						
Manantial	Las municiones	CCS "Lino Álvarez de La Mercedes"	Finca 1. "Oscar Pérez Rodríguez"	Cafetalero	7.45	11.0	4.57	0.14	0.00	
			Finca 2. "Diego Arcalla Rodríguez"	Silvopastoril						
Manantial	Vega Grande	CCS "Sixto Acosta"	Finca 1. Enrique Lalan Blanco	Cafetalero, Forestal, Silvopastoril	8.01	8.5	6.60	0.09	0.00	

Leyenda: DQO- Demanda Química de Oxígeno, OD- Oxígeno Disuelto, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - Nitratos, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - Nitritos.

corroborar por los valores de Oxígeno Disuelto (OD) que superan los 4 mg.L<sup>-1</sup> en todos los casos.

Las concentraciones de nitratos y de nitritos mostraron valores inferiores a 10 mg.L<sup>-1</sup> y 0.1 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente, los cuales constituyen el límite superior para estos parámetros en caudales de agua no contaminados (NC 93-03: 1985; APHA AWWA WEF, 2005).

El nitrato en concentraciones mayores a los 10 mg.L<sup>-1</sup>, pueden ser tóxico para muchos organismos. El nivel natural de nitratos en aguas superficiales es típicamente bajo (menor que 1 mg.L<sup>-1</sup>), pero en efluentes contaminados puede llegar a 30 mg.L<sup>-1</sup>. Los incrementos en los niveles de nitratos en aguas superficiales pueden estar relacionados con el uso de fertilizantes, la actividad ganadera y algunas descargas industriales.

Las aguas que estén contaminadas con materia orgánica rica en nitrógeno pueden tener bajas concentraciones de

nitratos. La descomposición de la materia orgánica disminuye el nivel de oxígeno disuelto, lo cual disminuye la velocidad a la cual el amoníaco (una forma más reducida del nitrógeno), es oxidado a nitrito (el que es significativamente más tóxico que el nitrato) y luego a nitrato. Por esto resulta necesario monitorear también la concentración de nitritos.

En el caso específico de los puntos muestreados, los niveles de ambos parámetros se encuentran dentro del intervalo esperado para aguas corrientes (NC 93-03: 1985; APHA AWWA WEF, 2005), lo cual denota un estado de conservación satisfactorio del recurso agua en estos sitios.

No obstante, debe tenerse en cuenta que la calidad del agua no es un término absoluto, es algo que siempre se expresa en relación con su uso o actividad a que está destinada y que puede, además, sufrir variaciones en el tiempo por la acción continuada de diversos factores sobre las fuentes naturales.

Los parámetros de calidad de agua para consumo humano, por ejemplo, han sido precisados en la mayoría de los países del mundo; además desde el año 1963 la Organización Mundial de la Salud estableció las pautas en cuanto a la calidad, cuyas normativas se utilizan aún íntegramente en los países subdesarrollados. Por otra parte, la calidad del agua para el riego ha sido objeto de estudio de diferentes autores debido a las consecuencias prácticas negativas que se derivan cuando no se toman las medidas de manejo oportunas.

Lo anterior constituye un factor de importancia a considerar en las fuentes naturales encargadas de mantener la oferta hídrica en los agroecosistemas, debido a los posibles efectos acumulativos en el tiempo. Por ejemplo Las aguas empleadas para el riego rara vez presentan efectos negativos inmediatos, sin embargo, con el paso del tiempo, los iones contenidos en ella puede acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus características físico químicas, y en consecuencia, el desarrollo de los cultivos que crecen en él (Jiménez, 2016). Igualmente, pueden presentarse gradualmente otros problemas como disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos, etcétera (Tartabull y Betancourt, 2016).

Alrededor del 67% de la superficie del territorio cubano (106 728 km<sup>2</sup>) corresponden a complejos de rocas carbonatadas, en gran medida carsificadas y con un alto grado de acuosidad. El subsuelo y lechos fluviales del país, constituidos en su gran mayoría a partir de rocas calizas y las dolomitas o calizas dolomitas, aportan sales que son capaces de disolverse en el agua alterando su contenido salino.

Los factores antes considerados, apuntan hacia la necesidad del monitoreo en el tiempo de la calidad de las aguas en las fuentes naturales que mantienen la oferta hídrica en los agroecosistemas objeto de estudio, en especial, en aquellos que se abastecen directamente de aguas subterráneas (manantiales) como los pertenecientes a la CCS "Pastor Martínez" en la localidad de La Cuabita, los de la CCS "Lino Álvarez de La Mercedes" en la localidad de Las municiones y los de la CCS "Sixto Acosta" en la localidad de Vega Grande. En estos agroecosistemas, debe vigilarse el régimen de explotación para evitar que los niveles de extracción o consumo superen a la capacidad de recarga del manto freático, no solo por el posible agotamiento temporal del recurso con la consiguiente

afectación en la continuidad de la oferta hídrica, sino además, por el posible incremento por encima del límite deseado de la concentración de algunos iones arrastrados del subsuelo o el lecho fluvial (Ponvert-Delisle, 2016).

## Conclusiones

Los valores de pH, Demanda Química de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Nitratos y Nitritos en las aguas de abasto a los agroecosistemas muestreados de los municipios de Yateras y Manuel Tames, estuvieron dentro del intervalo esperado para aguas corrientes no contaminadas, lo cual denota un estado de conservación satisfactorio de este recurso en los agroecosistemas estudiados.

## Referencias

- APHA AWWA WEF. 2005. Standard Methods for the examination of water and wastewaters 21<sup>th</sup> edition. USA.
- Díaz Dayli. 2019. Procedimiento metodológico para la valoración económica ante el riesgo de desastres naturales en el ecosistema Montañas de Guamuha. Revista Científica Agroecosistemas, 7(3): 97-102.
- Hernández María de los A. 2018. Manejo de agua en un agroecosistema: entre la autogestión local y la imposición gubernamental. Econ. Soc. Territ, 18(56): 14-22.
- Jiménez Danela R. 2016. Representación espacial para la gestión de la calidad del agua de pozos en el municipio de Rodas de la provincia de Cienfuegos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, (Tesis en opción al Título de Ingeniera Hidráulica).
- NC, 1985: Sistemas de abastecimiento de agua. Requisitos sanitarios. NC-93-03.
- Ponvert-Delisle D.R. 2016. Algunas consideraciones sobre el comportamiento de la sequía agrícola en la agricultura de Cuba y el uso de imágenes por satélites en su evaluación. Cultivos Tropicales, 37(3): 21-28.
- Tartabull Tania y Betancourt C. 2016. La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. Revista Científica Agroecosistemas, 4(1): 47-61.