

Evaluación de las aguas de uso agropecuario en la unidad básica de producción cooperativista Antonio Maceo, Moa, Cuba - Evaluation of agricultural use waters in the basic cooperative production unit Antonio Maceo, Moa, Cuba

Yanet Borges Terrero¹, Moraima Fernández Rodríguez², Alina Chaviano Beitra³

¹ M.S. c. Asistente. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Centro de Estudios del Medio Ambiente. Cuba. yborgest@ismm.edu.cu

² M.S. c. Auxiliar. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Departamento de Geología. Cuba. mfernandez@ismm.edu.cu

³ Lic. Asistente. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa. Centro de Estudios del Medio Ambiente. Cuba. achaviano@ismm.edu.cu

Resumen

Se evalúan los parámetros físico - químico de las aguas de uso agropecuario en la Unidad Básica de Producción Cooperativista (UBPC), Moa, Cuba. Con el fin de obtener la caracterización y establecer un plan de medidas correctoras. La metodología de la investigación consta de cuatro fases: preliminar, trabajos de campo; análisis de laboratorio y por último la fase de gabinete. Se obtiene que las aguas, por sus propiedades físicas, están por encima de los valores referenciados en las normas consultadas, por sus propiedades químicas todos los elementos esenciales analizados se encuentran por debajo de los valores normados. Los análisis microbiológicos dan +16 bacilos coli * 100 m³. Lo anterior permite concluir que desde el punto de vista químico se clasifican como aguas de bajo contenido de minerales esenciales y desde el punto de vista microbiológico son aguas contaminadas con bacilos e-coli.

Palabras clave: Agua, animales, calidad, características físicas, características químicas

Abstract

The physical - chemical parameters of the waters of agricultural use in the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC), Moa, Cuba, are evaluated. In order to obtain the characterization and establish a plan of corrective measures. The research methodology consists of four phases: preliminary, fieldwork; laboratory analysis and finally the cabinet phase. It is obtained that

the waters, by their physical properties, are above the values referenced in the standards consulted, by their chemical properties all the essential elements analyzed are below the normed values. Microbiological analyzes give 16 bacilli coli * 100 m³. The above allows to conclude that from the chemical point of view are classified as waters of low essential mineral content and from the microbiological point of view are waters contaminated with e-coli bacilli.

Keywords: Water, animals, quality, physical characteristics, chemical characteristics

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de los recursos naturales, su ubicación, sus características y potencial, es uno de los requisitos fundamentales para obtener una planificación eficiente que conduzca al desarrollo futuro. Además, es de gran importancia el análisis de la estrecha relación que se establece entre el agua, las plantas, los animales y el hombre; y como un mal uso y desconocimiento de ellos puede traer consigo pérdidas representativas en las producciones (Pérez et al, 2010).

El agua líquida es inodora, insípida, incolora en pequeñas cantidades, y verdosa o azulada en grandes masas. El componente más vital de todos los conocidos, cubre el 71 % de la superficie terrestre, la lluvia, los ríos y los mares. En ella se desarrollan infinidad de procesos indispensables para la vida y el desarrollo socioeconómico, industrial y agrícola (González et al, 2013). La contaminación puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad, la más importante sin duda es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso y una gran generación de residuos que provocan alteraciones en la calidad natural por la existencia de sustancias químicas y microorganismos (De Miguel, 2012).

No sólo es buena para calmar la sed o refrescarse cuando hace calor, en la producción animal desde la más deficiente a la más eficiente, es un alimento y como cualquier otro forraje debe tratarse (Sánchez et al, 2014).

El municipio Moa por la naturaleza del medio geológico y las grandes reservas ferroniquelíferas que posee, en los últimos 50 años ha evidenciado un desarrollo minero-metalúrgico considerable. Lo que ha provocado una serie de factores que conducen a la pérdida de la calidad de las aguas, constituyente principal para el desarrollo agropecuario. Se toma como referencia el sector La Granja, del poblado de Centeno, municipio Moa, provincia Holguín, Cuba, ya que la mayoría de sus pobladores se dedican a la práctica de actividades agrícolas y además se encuentra ubicada la única Unidad Básica de Producción Cooperativista (UBPC) del municipio Moa que por años ha obtenido muy bajas producciones, tanto de leche como de viandas y hortalizas.

Por ello surge la presente investigación titulada "Evaluación de las aguas de uso agropecuario en la Unidad Básica de Producción Cooperativista Antonio Maceo (UBPC), Moa, Cuba" a partir del siguiente **problema**: Insuficiente conocimiento de las aguas de uso agropecuario.

Objeto de estudio: Unidad Básica de Producción Cooperativista Antonio Maceo (UBPC), municipio Moa. Provincia Holguín, Cuba.

Campo de acción: Agua de uso agropecuario.

Objetivo general: Evaluar los parámetros físico - químicos de las aguas de uso agropecuario en la UBPC Antonio Maceo.

Objetivos específicos: Caracterizar desde el punto de vista físico-químico y microbiológico las aguas superficiales y subterráneas del área de estudio y establecer un plan de medidas correctoras.

Hipótesis: Si se determina el comportamiento de los principales parámetros que caracterizan las aguas de uso agropecuario, se podrá proponer un plan de medidas que mitigue los efectos negativos producidos.

Aporte científico: Caracterización desde el punto de vista físico- químico de las aguas del Sector La Granja, Centeno, Moa.

Caracterización del área de estudio

El sector La Granja, pertenece al poblado Centeno, municipio Moa, provincia Holguín. Limita al norte con la carretera central Moa - Sagua de Tánamo, al sur con la mina de la fábrica niquelífera Pedro Sotto Alba y el río Cabaña, al este con la empresa Pedro Sotto Alba, el poblado de La Melba y el Reparto Armando Mestre y al oeste con el Cerro Miraflores (Ver figura 1).

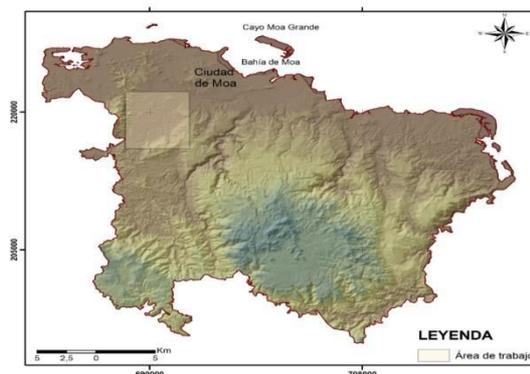


Figura 1. Ubicación del Sector la Granja (elaboración propia)

Clima

Presenta un clima tropical con abundantes precipitaciones, al ser una de las áreas de mayor pluviometría del país. Se encuentra estrechamente relacionada con el relieve montañoso que se desarrolla en la región y con la dirección de los vientos alisios provenientes del Océano Atlántico cargado de humedad.

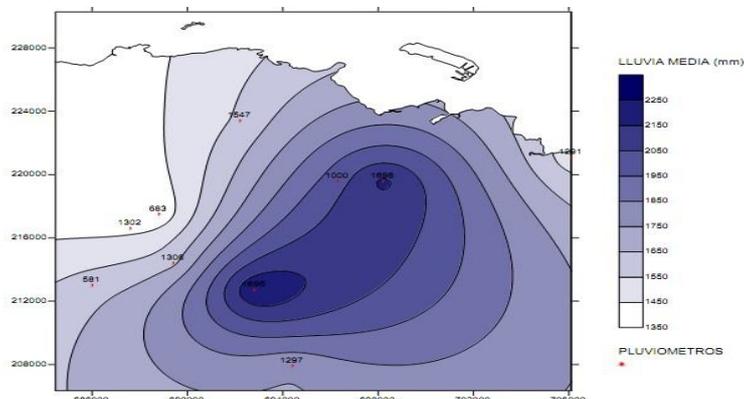


Figura 2. Mapa pluviométrico del territorio de Moa. Escala 1:50 000 (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Habana, 2005) (tomado de Ramírez Y, 2010)

Relieve

Se caracteriza por una alta complejidad, con predominio del sistema montañoso hacia la parte este, cota máxima de 1 139 m sobre el nivel del mar y ondulado hacia el norte, zona correspondiente a la región costera. En el área aparecen varias formas del relieve, teniendo mayor relevancia la zona de llanuras, en especial las llanuras fluviales erosivas-acumulativas: se localizan principalmente desde el centro del valle de la cuenca hasta el norte de la misma; la superficie topográfica pierde su regularidad al aparecer sectores de hasta 9° de pendiente, se condiciona la existencia de procesos erosivos. Los sedimentos que se acumulan en estas llanuras son de origen fluvial y su deposición es generalmente de carácter temporal, siendo removidos con frecuencia en los períodos de crecida (Batista, 1998).

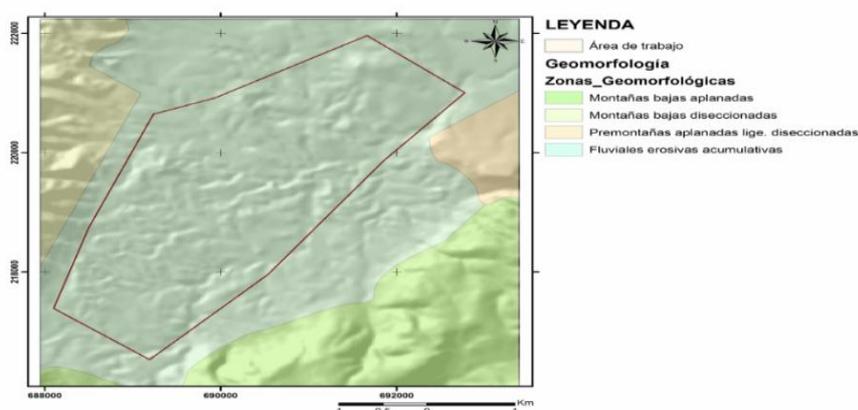


Figura 3. Mapa geomorfológico del área de estudio (modificado de Rodríguez A, 1999)

La formación de estas llanuras está relacionada con la acción conjunta de diferentes procesos morfogénicos que en ella han actuado, influenciado por los procesos fluviales y marinos. Al sur del área de estudio predomina el relieve montañoso, ocupado por la mayor extensión las montañas bajas aplanadas y las premontañas aplanadas ligeramente diseccionadas.

Caracterización geológica

Representada por una variada composición litológica. Estratigráficamente está compuesta por las rocas del Complejo Ofiolítico (peridotitas, gabros, basaltos) y los sedimentos fluviales del Cuaternario. Según el mapa geológico el área se sitúa casi exclusivamente sobre cuerpos de gabros que tienen una estructura de grandes bloques y serpentinitas muy meteorizadas.

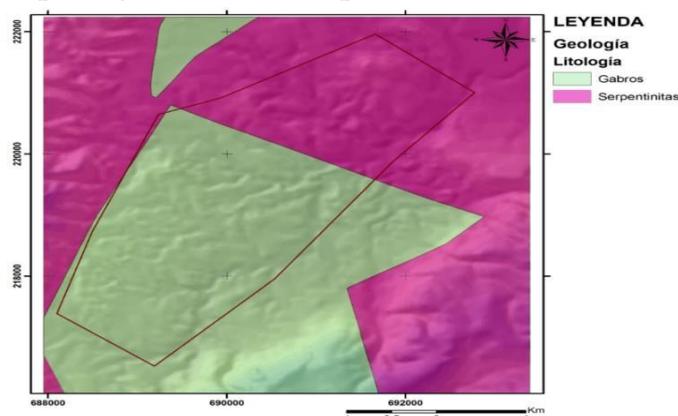


Figura 4. Mapa geológico del área de estudio (modificado de Rodríguez A, 1999)

Caracterización hidrogeológica

El área de estudio pertenece al Complejo acuífero de las lateritas: se extiende por casi toda la zona ocupando gran parte del área. Litológicamente está formado por potentes cortezas de intemperismo. Representa un acuitardo, debido al predominio de aguas capilares y de potencias considerables de lateritas, que alcanzan valores de 30 m, con un marcado desarrollo de los procesos de capilaridad, donde los ascensos capilares de las aguas pueden alcanzar más de 20 m. La fuente de alimentación de estas aguas son las precipitaciones atmosféricas. Por su composición química son aguas hidrocarbonatadas-magnésicas y sódicas de baja mineralización.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología utilizada tiene por objetivo mostrar una forma de evaluación a seguir, que comprenda el estudio de las características físico – químicas de las aguas en el sector a estudiar:



Se desarrolla en cuatro etapas de trabajo, las cuales se describen a continuación:

I Etapa. Preliminar. Recopilación y revisión de la información existente

En esta etapa se realiza una búsqueda de información bibliográfica en: una serie de artículos científicos, trabajos investigativos, revistas, tesis de grado, de maestría y doctorales, así como informes relacionados con el tema a tratar. Se utiliza documentación del Centro de Información del ISMM, de sitios web de internet especializados en el tema y entrevistas a los pobladores y trabajadores de La Granja.

II Etapa. Trabajo de Campo

Los trabajos de campo tienen el objetivo de describir en el terreno los procesos geológicos, realizar muestreo e identificar los impactos fundamentales de la actividad antrópica sobre el medio, mediante los siguientes aspectos:

- Realización de marchas de reconocimiento para la descripción geológica.
- Realización de marchas de reconocimiento para los puntos de muestreo.
- Toma de muestras de aguas para realización de análisis de laboratorios.

Equipamiento utilizado

- Mapas topográficos.
- GPS.
- Brújula.

- Mapa geológico.
- Libreta, lápiz, marcador.
- Cámara fotográfica.
- Frascos plásticos.

Toma de muestras

Es importante tener en cuenta que el resultado de un análisis depende de la forma y lugar en donde se toma la muestra, por lo que, para garantizar la confiabilidad e imparcialidad, es necesario e importante la seguridad, control y calidad con que se preserven y transporten las muestras al laboratorio.

El muestreo se realizó en el horario establecido según la norma cubana 827: 2010, antes de las 10 de la mañana. En 3 puntos diferentes del sector, donde se determinan las características físico-químicas de las aguas superficiales: el río Cabaña que pasa por el sector en estudio y tanque de abastecimiento; y subterráneas: el único pozo que tienen, en los períodos lluvioso y poco lluvioso de los años 2013, 2014 y 2015. Tomadas en frascos plásticos de agua potable de 500 ml, enjuagados varias veces con el agua en análisis e identificados como:

- Muestra 1 (M-1) agua del río.
- Muestra 2 (M-2) agua del tanque de almacenamiento.
- Muestra 3 (M-3) agua del pozo.

Preparación de las muestras

Una vez recogidas las muestras se conservan en los frascos plásticos y mantienen su estado original para evitar contaminaciones, y son enviadas al laboratorio de Planta de agua de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara y al laboratorio del Centro de Higiene y Epidemiología del municipio Moa, para determinar los siguientes parámetros: pH, conductividad, turbidez, STD, color, sodio, aluminio, cloruro, calcio, hierro, sílica, dureza total y coliformes totales.

III Etapa. Análisis de laboratorio

Para la realización de este conjunto de análisis se emplearon equipos e instrumentales con una alta precisión en los resultados.

- Para las determinaciones relacionadas con la conductividad y sólidos totales disueltos se empleó el conductímetro WTWLF – 330UNICAM.

- Determinaciones de pH, el potenciómetro WTW UNICAM.
- Por el método de Análisis Colorimétrico fueron determinados el color, la turbidez, Cr^{6+} , NO_3^- , Fe, mediante el espectrofotómetro DR – 2000 y el espectrofotómetro ultravioleta visible Helios λ UNICAM.
- Para las determinaciones del Cl^- , Ca^{2+} , dureza total, se empleó el método de valoración volumétrica, determinándose el residuo seco por el método gravimétrico.
- Los elementos pesados Na^+ , Al, Si, se determinaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica.

IV Etapa. Procesamiento de la información

En esta etapa al obtener las informaciones necesarias de campo y laboratorio que garantizan el cumplimiento de los objetivos de la investigación se evalúan y procesan mediante herramientas de Office 2010, entre ellas Microsoft Excel y Word, etc. Para luego ser interpretados mediante tablas y gráficos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas: Potencial de hidrógeno, Conductividad, color, turbidez y STD

El análisis de los valores del potencial de hidrógeno (tabla 4) representa su acidez o su alcalinidad, cuyo factor más importante es habitualmente la concentración de ácidos o bases debido a la mineralización total, en las muestras de aguas superficiales, se observa que los valores oscilan entre 7.67 y 8.13, los cuales se encuentran dentro de los rangos admisibles (NC 827: 2010), clasificadas como aguas débilmente básicas según Pasovox E (1975), al estar sus valores en el rango de 7,5 y 8,5.

Tabla 4. Resultados del análisis de pH en las aguas superficiales y su clasificación

Año	Muestras	pH	Clasificación
2013 PPLL	M-1	8.13	Débilmente básicas
	M-2	7.58	Débilmente básicas
2014 PLL	M-1	8.0	Débilmente básicas
	M-2	7.6	Débilmente básicas
2014 PPLL	M-1	7.9	Débilmente básicas
	M-2	8.12	Débilmente básicas
2015 PLL	M-1	7.92	Débilmente básicas
	M-2	7.67	Débilmente básicas
NC 827: 2010		6.5-8.5	
OMS		6.5-8.5	

Respecto a las aguas subterráneas los valores de pH (Tabla 5) oscilan en un intervalo de 7.0 - 8.12, están dentro de los valores permisibles por la NC 827:2010, y se clasifican según Pasovox E (1975) como aguas neutras las muestreadas en el período poco lluvioso del 2013 y 2014 y como débilmente básicas las muestreadas en el período lluvioso de los años 2014 y 2015.

Se considera que con la implementación de las acciones de Producción más limpia (PML) por las diferentes empresas del níquel se ha logrado disminuir la contaminación atmosférica y su composición al conseguir lluvias no tan ácidas. Además, pueden estar influenciadas por el escurrimiento superficial y subterráneo el cual arrastra e infiltra compuestos que alteran la composición química y física de las aguas subterráneas.

Tabla 5. Resultados del análisis de pH en las aguas subterráneas

Año	pH	Clasificación
2013 PPLL	7.0	Neutras
2014 PLL	7.9	Débilmente básicas
2014 PPLL	7.2	Neutras
2015 PLL	8.12	Débilmente básicas
NC 827: 2010	6,5-8,5	
OMS	6,5-8,5	

La evaluación de las características físicas de las aguas superficiales y subterráneas (Anexo 1 y 2) arrojan que:

La conductividad eléctrica presenta valores elevados para todas las muestras analizadas, lo que significa que se encuentran alterados debido a los sólidos en suspensión y la presencia de metales pesados procedentes principalmente de los residuales vertidos tanto de la actividad minera como de la actividad agropecuaria que tienen lugar en la zona.

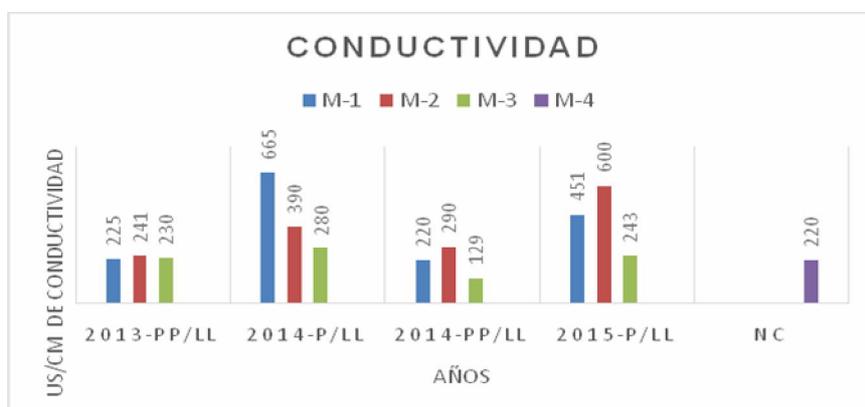


Figura 5. Comportamiento de la conductividad eléctrica.

Los valores de las aguas superficiales para el período poco lluvioso varían desde 241 hasta 665 us/cm y para el período lluvioso desde 225 hasta 451

us/cm. El agua subterránea para el período lluvioso presenta valores desde 129 hasta 280 us/cm y en el período poco lluvioso desde 230 hasta 243 us/cm.

Anexo 1. Análisis físico de las aguas superficiales.

Año	Resultados de los análisis físicos de las aguas superficiales.				
	Muestras	Conductividad	Turbidez NTU	STD mg/l	Color Pt/Co
2013 PP/LL	M-1	225	24	500	40
	M-2	241	16	700	38
2014 P/LL	M-1	665	15	1 368	40
	M-2	390	30	1000	60
2014 PP/LL	M-1	220	12	500	30
	M-2	290	23	650	49
2015 P/LL	M-1	451	32	1 226	53
	M-2	600	25	1 300	46
NC 827:2010		120-220	5.00	500-1000	15
OMS		120-220	5.00	600	15

Anexo 2. Análisis físico de las aguas subterráneas.

Año	Resultados de los análisis físicos de las aguas subterráneas			
	Conductividad	Turbidez NTU	STD mg/l	Color Pt/Co
2013 PP/LL	230.0	19.0	700	27.0
2014 P/LL	280.0	27.0	800	30.0
2014 PP/LL	129.0	14.0	500	29.0
2015 P/LL	243.0	20.0	650	38.0
NC 827:2010	120-220	5.00	500-1000	15
OMS		5.00	600	15

El color y la turbidez se encuentran por encima de los valores permisibles en las normas utilizadas, esto se debe a que la zona de estudio está cerca del agua que está bajo la influencia de las labores mineras y de los residuales del proceso de extracción de níquel de la fábrica Pedro Sotto Alba.

El enturbiamiento del agua indica la calidad del agua; una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos patógenos (virus, parásitos y bacterias) causantes de enfermedades, los valores para las aguas superficiales oscilan desde 12 hasta 32 NTU y para las aguas subterráneas varían desde 14 hasta 27 NTU.

Además, esto provoca un incremento de la coloración de las aguas con una variación de los valores desde 30 hasta 60 Pt/Co para las aguas superficiales y de 27 hasta 38 Pt/Co para las subterráneas.

El **Contenido de sólidos totales disueltos (STD)** presenta valores por encima de los referenciales en las normas analizadas. El agua natural tiene iones en disolución que son proporcionales a la cantidad de sustancias disueltas, conductividad y salinidad. Este incremento puede estar influenciado por la actividad minera que se desarrolla cerca de la zona y también por la actividad agropecuaria. Los valores se encuentran en un intervalo de 500 a 1 368 mg/l, para las aguas superficiales y de 500 hasta 800 mg/l para las subterráneas.

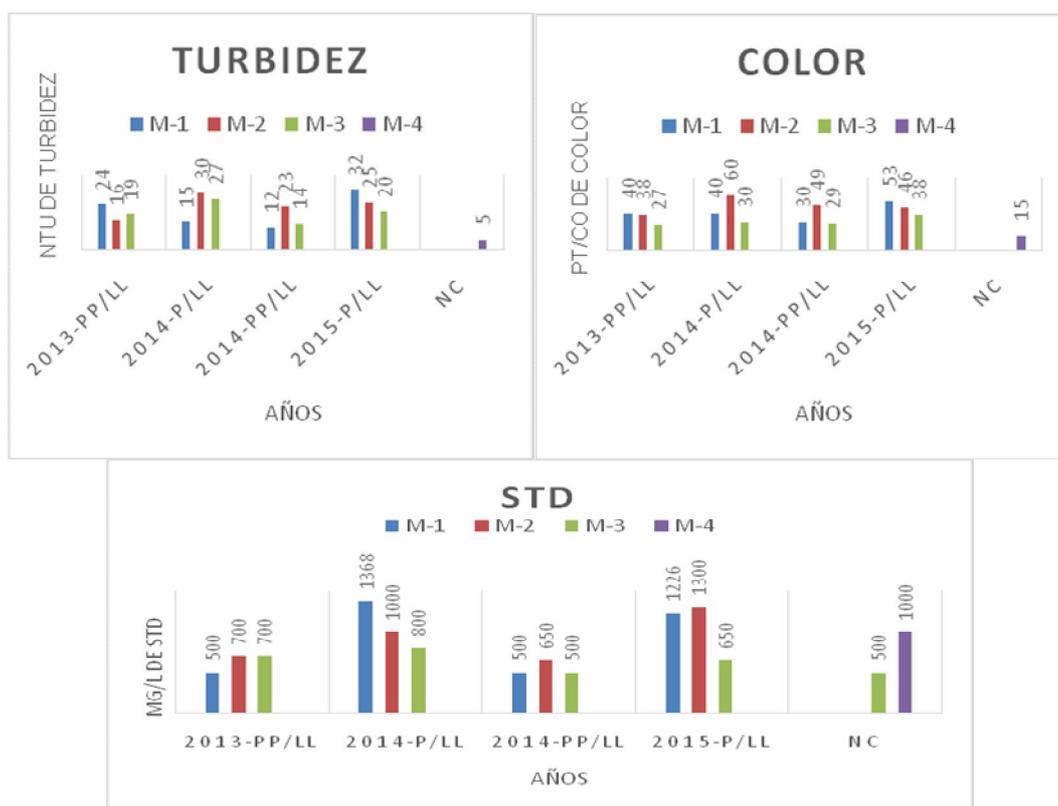


Figura 6. Comportamiento de la turbidez, color y sólidos totales disueltos (STD).

Características químicas de las aguas superficiales y subterráneas

El análisis de las características químicas (Anexo 3 y 4) refleja que en todas las muestras analizadas los elementos naturales **sodio, cloruro y calcio**, están por debajo de los valores establecidos en la NC 827:2010 influenciado por el tipo de litología existente en la zona, lo que afecta la calidad de las aguas para el consumo animal, ya que estos elementos son esenciales para el desarrollo del organismo, fundamentalmente en la formación de los huesos, dientes, en la coagulación de la sangre, actividad enzimática, aporte energético, transporte mineral y en otras funciones vitales.

Según Sager R (2000) cuando los animales beben, en períodos largos, aguas con bajo contenido de cloruro, y no se ponen a su alcance suplementos minerales, aparecen síntomas de baja ganancia de peso (poco engorde), pelaje áspero y baja fertilidad.

Anexo 3. Análisis químico de las aguas superficiales

AÑO	Resultados de los análisis químicos de las aguas superficiales									
	Muestras	Sodio mg/l	Aluminio mg/l	Cloruro mg/l	Calcio mg/l	Hierro mg/l	Silica mg/l	Dureza total mg/l CaCO ₃	Nitrito mg/l	Cromo total mg/l
2013 PP/LL	M-1	26.0	0.047	26.82	18.40	0.363	22.574	240	0.017	0.01
	M-2	28.0	0.047	17.72	15.20	0.083	20.988	88	0.0089	0.03
2014 P/LL	M-1	15.0	0.055	19.0	11.0	0.21	21.7	230	0.042	0.032
	M-2	17.0	0.03	25.0	14.5	0.045	20.7	154	0.036	0.018
2014 PP/LL	M-1	14.0	0.08	17.9	13.09	0.12	22.31	210.0	0.01	0.02
	M-2	12.0	0.025	27.2	19.5	0.048	20.13	167.0	0	0
2015 P/LL	M-1	28.0	0.040	27.0	15.2	0.47	20.12	228.0	0.034	0.022
	M-2	30.0	0.1	25.5	17.0	0.013	21.50	172.0	0.045	0.014
NC		200.0	0.05-0.2	250.0	75- 200	< 0.3	< 22	100- 400	0.2	0.05
OMS		200.0	0.1-0.2	200- 300		< 0.3		100- 300		

Anexo 4. Análisis químico de las aguas subterráneas.

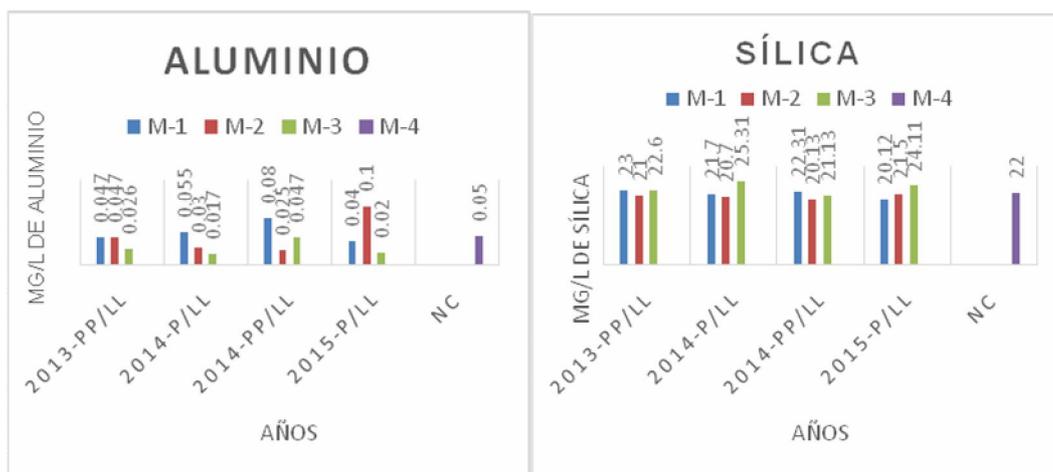
Año	Resultados de los análisis químicos de las aguas subterráneas						
	Sodio mg/l	Aluminio mg/l	Cloruro mg/l	Calcio mg/l	Hierro mg/l	Silica mg/l	Dureza total mg/l CaCO ₃
2013 PP/LL	15.0	0.026	19.8	14.0	0.02	22.6	220.0
2014 P/LL	28.0	0.017	24.3	16.0	0.08	25.31	157.0
2014 PP/LL	15.0	0.047	18.6	14.7	0.047	21.13	218.0
2015 P/LL	18.0	0.02	20.5	12.0	0.013	24.11	162.0
NC	200.0	0.05-0.2	250.0	75-200	< 0.3	< 22	100-400
OMS	200.0	0.1-0.2	200-300		< 0.3		100-300

En el caso del **hierro**, las aguas subterráneas están en el rango admisible, mientras que las aguas superficiales presentan valores por encima de los establecidos por la NC 827:2010. Influenciado por el tipo de litología presente en la zona y por la actividad minera y agropecuaria que tienen lugar cerca del área de estudio.



Figura 7. Comportamiento del sodio, cloruro, calcio y hierro.

Al evaluar los elementos **aluminio** y **sílica** se observa que los valores obtenidos están dentro de los rangos admisibles en las normas analizadas. Al igual que la dureza total.



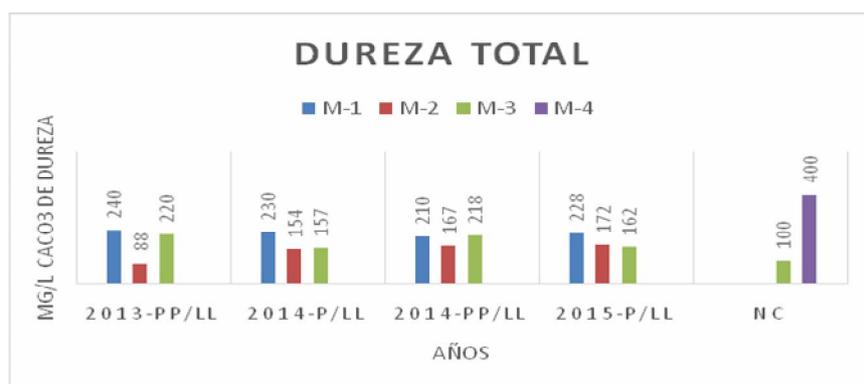


Figura 8. Comportamiento del aluminio, sílica y dureza total.

El **nitrito** es un elemento indicador de contaminación, la concentración máxima admisible es 0.2 mg/l según la NC: 827:2010, aunque debe de estar ausente según las normas de la Organización Mundial de la Salud, las concentraciones cercanas a estos límites indican la posibilidad de contaminación orgánica que sería comprobada con el análisis bacteriológico.

Sus valores oscilan para el período poco lluvioso desde 0 hasta 0.017, siendo mayor en el período lluvioso desde 0.034 hasta 0.045, puede estar influenciado con vertimientos de elevadas concentraciones de materia orgánica u arrastres producto de las precipitaciones.

El **romo** total generalmente no aparece en grandes concentraciones en las aguas naturales. Sus valores oscilan desde 0 hasta 0.032 mg/l, estando por debajo de los valores permisibles en las normas analizadas.

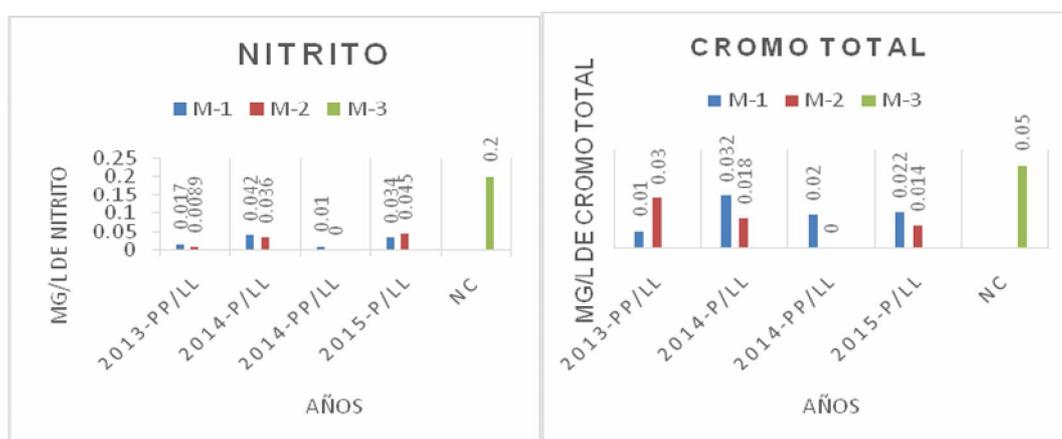


Figura 9. Comportamiento del nitrito y cromo total.

Análisis microbiológico

A las muestras de aguas superficiales y subterráneas realizadas en el año 2015 se les efectuó el análisis microbiológico (muestra de agua del río (M-1), del tanque (M-2) y del pozo (M-3)), se obtiene como resultados la existencia de +16 bacilos de Escherichia coli * 100 m³, que demuestra deterioro de la calidad del agua por la contaminación con bacilos coli originados por los desechos sólidos y líquidos orgánicos que se depositan en las fuentes

superficiales de agua y por la presencia de letrinas cercanas a las tomas de agua subterráneas y a los acuíferos.

Estos resultados demuestran que el consumo por los animales de esta agua contaminada les provoca contagio con la bacteria en cuestión y por ende reducción de su calidad de vida y de sus producciones, además de que al emplearse en el riego afectan el desarrollo de las plantaciones, especialmente los vegetales y hortalizas que al consumirlos no llevan cocción.

Propuesta de plan de acción

1. **Siembra de viandas:** todas las aguas analizadas dieron contaminación con bacilos coli, se recomienda mientras se desarrolla el saneamiento ambiental de esta área, monitorear con frecuencia las aguas y si persiste la contaminación es necesario sembrar viandas que llevan un tiempo de cocción.
2. **Agua de beber:** se necesita realizar el saneamiento ambiental de las aguas en análisis, desinfectar el tanque de almacenamiento de la unidad y transportar el agua de consumo de los animales desde la planta potabilizadora de Moa.
3. **Suministro de nutrientes:** es de gran necesidad el suministro de comidas con alto valor nutritivo (pienso) o suplemento vitamínico y de hierro a los animales de la unidad porque no están supliendo las necesidades de vitaminas y minerales que necesita el organismo animal.

CONCLUSIONES

La presente investigación, con el cumplimiento de los objetivos propuestos nos permite concluir que:

- Las aguas superficiales y subterráneas se caracterizan desde el punto de vista físico como no aptas para el consumo animal, desde el punto de vista químico como aguas de bajo contenido de minerales esenciales y desde el punto de vista microbiológico son aguas contaminadas con bacilos coli.
- Después de haber caracterizado las aguas en el sector de investigación, se demostró la necesidad y posibilidad de desarrollar el plan de medidas correctoras que potencie el mejor uso y la mayor eficiencia productiva, como aclaración necesaria, el plan propuesto a la unidad ya se encuentra en proceso de implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Batista, J, 1998. Caracterización geológica y estructural de la región de Moa a partir de la interpretación del levantamiento aeromegnetico 1: 50 000. Tesis de Maestría. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Departamento de Geología.
2. De Miguel, C, 2012. Hidrogeología aplicada con aspectos ambientales. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela. 384 P.
3. González, F., Herrera, J, López, T y Cid, G, 2013. Funciones agua rendimiento para 14 cultivos agrícolas en condiciones del sur de La Habana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Vol 22 (No 3): pp 7.
4. NC 827-2010 (Cuba). Agua potable, R.S. Vigente diciembre 2010.
5. NC -93-02: 1985 (Cuba). Higiene comunal, A.P.R.S.Y.M. Aprobada octubre 1985. Vigente marzo 1986.
6. OMS. Guías para la calidad del agua potable. En., 2005, vol. Volumen 1.
7. Pasovox, E, 1975. Clasificación de las aguas según su PH en libro Hidrogeología general. San Petersburgo: Niedra.
8. Pérez, G y Pérez., J, 2010. Evaluation of the Meteorological Drought and Its Influence on Agriculture and Livestock in the Municipalities of Eastern Holguín. *Ciencias Holguín*. Vol XVI (No 9): pp 3.
9. Ramírez, Y, 2010. Mapa geotécnico del área de emplazamiento de la Planta Ferroníquel Minera S.A. Tesis de grado. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología.
10. Rodríguez, A, 1999. Estudio morfotectónico de Moa y áreas adyacentes para la evaluación de riesgos de génesis tectónicas. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Departamento de Geología.
11. Sager, R, 2000. Salinidad del agua de bebida en relación al consumo de agua y heno de alfalfa (Medicago sativa). *Revista Argentina Producción Animal*, 2000, Vol. 17: 25.
12. Sánchez, D., Sánchez, Y y Fernández, M, 2014. Análisis hidroquímico con fines de riego de aguas subterráneas de la provincia de Granma. *Revista Minería y geología*. Vol 30 (Numero 4): pp 16.

REDVET: 2017, Vol. 18 N° 12

Este artículo Ref. 1217035_RED VET (Ref. prov. 121217_evaluaciondeaguas) está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121217.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121217/121735.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con **REDVET®**- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

REDVET Rev. Electrón. vet. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
2017 Volumen 18 N° 12 - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121217.html>