



**VIII CONFERENCIA CIENTÍFICA INTERNACIONAL SOBRE
DESARROLLO AGROPECUARIO Y SOSTENIBILIDAD
“AGROCENTRO 2017”
III SIMPOSIO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA**

**Caracterización de agua potable y residual en la dulcería Silverio del
municipio de Placetas**

***Characterization of potable and residual water in the sweets industry
“Silverio” of Placetas municipality***

**Orlando R. Álvarez Glez¹, Zenia Pérez Rodríguez², Zenaida Rodríguez Negrin³,
Rafael Sosa Martinez⁴, Anisley Santana Rodriguez⁵, Daniellys López Perez⁶**

1- Orlando R. Álvarez Glez. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
oagonzalez@uclv.edu.cu

2- Zenia Pérez Rodríguez. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
zperez@uclv.edu.cu

3- Zenaida Rodríguez Negrin. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
zenaidar@uclv.edu.cu

4- Rafael Sosa Martinez. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
rsosa@uclv.edu.cu

5- Anisley Santana Rodriguez. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
anisleysr@uclv.cu

6- Daniellys López Perez. Centro de Bioactivos Químicos, Cuba. E-mail:
dlperez@uclv.cu

Resumen:

La Dulcería Silverio del municipio de Placetas se dedica a la elaboración de mermeladas y dulces troceados de guayaba, mango y fruta bomba. Dichas producciones se realizan con la más completa higiene que exige el proceso, pero es necesario tener un criterio de aceptación del agua potable que se utiliza en las producciones y el agua y residual resultante de las mismas. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del agua para ver si la misma cumple con los requisitos sanitarios establecidos en la Norma Cubana NC-827/2010 para Agua Potable y NC-27/2012 de Vertimientos de Aguas Residuales y alcantarillado. Durante este trabajo se





determinaron las concentraciones de nitratos, nitritos, pH, Sólidos Totales Disueltos (STD), dureza cálcica y magnésica, además de la dureza total expresada como CaCO_3 , Nitrógeno y Fosforo Total, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Cloruros y sus resultados fueron: $\text{pH}=7.4$, $\text{STD}= 616,5\text{mg/L}$, dureza total= $175,23\text{mg/L}$, calcio= $101,02\text{mg/L}$ y magnesio= $74,21\text{mg/L}$. La determinación de nitratos y nitritos fue de $9,36677\text{mg/L}$ y $0,033\text{mg/L}$ respectivamente mientras que la concentración de nitrógenos total fue de 1.394mg/L , fosforo total 1.541mg/L , cloruro 2.63mg/L y la DQO 619.05mg/L . Los resultados obtenidos alegan una adecuada calidad del agua, los cuales cumplen las especificaciones establecidas por los Límites Máximos Admisibles (LMA) de la NC 827/2010 y la NC 27/2012., a excepción de los nitritos que no cumplen con lo establecido en la Norma Cubana antes mencionada.

Palabras Clave: Concentración; Calidad; Agua; Límites; Norma.

Abstract:

Silverio's Sweets of the municipality of Placetas is dedicated to the elaboration of jams and sweets cut of guava, mango and fruit pump. These productions are performed with the most complete hygiene required by the process, but it is necessary to have an acceptance criterion for the drinking water used in the productions. The objective of the present investigation is to evaluate the quality of the water used in the process and resulting from it to see if it meets the sanitary requirements established in the Cuban Standard (NC-827/2010) for Potable Water and (NC- 27/2012) Waste Water. During this work, the concentrations of nitrates, nitrites, pH, Total Dissolved Solids (TDS), calcium and magnesium hardness were determined, as well as the total hardness expressed as CaCO_3 , Nitrogen and Total Phosphorus, Chemical Oxygen Demand (COD), Chlorides and their results were: $\text{pH} = 7.4$, $\text{STD} = 616.5\text{mg} / \text{L}$, total hardness = $175,23\text{mg} / \text{L}$, calcium = $101,02\text{mg} / \text{L}$ and magnesium = $74.21\text{mg} / \text{L}$. The determination of nitrates and nitrites was $9.36677\text{mg} / \text{L}$ and $0.033\text{mg} / \text{L}$ respectively, while the total nitrogens concentration was $1,394\text{mg} / \text{L}$, total phosphorus $1,541\text{mg} / \text{L}$, chloride $2.63\text{mg} / \text{L}$ and COD $619.05\text{mg} / \text{L}$. The results obtained claim an adequate water quality, which meet the specifications established by the Maximum Admissible Limits (AML) of CN 827/2010 and CN 27/2012., With the exception of nitrites that do not comply with the provisions of The Cuban norm mentioned above.

Keywords: Concentration; Quality; Water; Limits; Standards.





Introducción

El agua es el factor abiótico más importante de la tierra y uno de los principales constituyentes del medio en que vivimos y de la materia viva. Aproximadamente, un 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua en estado líquido, que se distribuyen por cuencas saladas y dulces, formando los océanos, mares, lagos y lagunas (2016).

El deterioro en la calidad de agua puede obedecer a varios motivos tales como la sobreexplotación y la contaminación. La sobreexplotación es el resultado de un manejo inadecuado en los volúmenes de extracción, mientras que la contaminación puede deberse tanto a procesos naturales como artificiales, y el hombre es el principal responsable de dicho motivo por mala administración de este recurso tan imprescindible para la vida. Una vez que el agua está contaminada se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y/o su composición. De manera general, el agua está contaminada cuando pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas (Herrero, 2016).

En Cuba, las aguas empleadas tanto en los procesos industriales como en el consumo humano necesitan de controles de calidad regidos por la norma cubana NC-827/2010 de Aguas Potables- Requisitos Sanitarios (Standards, 2012) y la norma cubana NC-27/2012 para aguas residuales vertidas al ecosistema.

La Dulcería Silverio de Placetas se dedica a la producción de mermeladas y dulces troceados de guayaba, mango y fruta bomba, sin embargo durante los 10 años que lleva de producción nunca ha sido evaluada la calidad del agua que emplea en su proceso, y resultante de la producción de los productos alimenticios. Teniendo en cuenta lo antes expuesto, este trabajo se propone caracterizar las aguas potables y residuales de la Dulcería Silverio mediante estudios químicos físicos en el Centro de Bioactivos Químicos utilizando como referencia las normas cubanas NC 827/2010 de Aguas Potables- Requisitos Sanitarios y 27/2012 de Aguas Residuales.



1. Metodología

En presente trabajo emplea parámetros representados en la Norma Cubana NC-827/2010 para la potabilización de las aguas potables y NC-27/2012 que designa los parámetros a evaluar en aguas residuales de las cuales se determinaron todas aquellas características físicas como olor, sabor, color real, turbiedad y aquellos componentes químicos que puedan afectar la calidad del agua como pH, Sólidos Totales Disueltos (STD), dureza total expresada como carbonato de calcio, cloruros, y metales como, zinc. Además, se evalúan -componentes inorgánicos y orgánicos que afectan la calidad del agua en cuestión e influyen en la salud como determinación fosforo total, nitrógeno total, demanda química de oxígeno (DQO), cadmio, calcio, cromo total, magnesio, nitrato, nitrito, plomo (Standards, 2012).

1.1 Determinación de pH

Mediante método electrométrico esta técnica normativa se utiliza para la determinación de pH en aguas. El método consiste en la determinación de la actividad de los iones hidronio por medidas potencio métricas usando un electrodo combinado o un electrodo indicador de vidrio y un electrodo de referencia de calomel (ESTRADA et al.). Para la determinación se utiliza un pH metro SENSION, frasco lavador así como papel de filtro y beaker. También es requerido la presencia de agua destilada solución buffer de pH=4.01, pH=7.01 y pH=10.01 para la calibración del equipo. Seguido se procede a encender el pH-metro, se limpia con agua destilada el electrodo, se seca con un papel de filtro, se introduce el electrodo en la muestra y se procede a la lectura de pH cuando se estabilice (Krasner et al., 1983).

1.2 Determinación de Sólidos Totales Disueltos (STD) y Conductividad eléctrica.

Para determinar los sólidos totales disueltos se utiliza un método alternativo y más sencillo basado en la conductividad del agua.(García Romo, 2013). Tomando una alícuota de la muestra bien homogenizada, se limpia con agua destilada el electrodo, se seca y una vez ajustado el equipo con las soluciones patrones ya existentes, se procede a determinar la concentración de STD y la conductividad eléctrica introduciendo el mismo en la muestra de estudio. Se hace el análisis tres veces y luego procedemos a limpiar el





electrodo con abundante agua destilada y secar correctamente con papel de filtro (Krasner et al., 1983). Para ello se fue utilizado un conductímetro. HANNA HI 2300.

1.3 Determinación de nitratos

Mediante el método de espectrofotometría ultravioleta visible (UV-Vis) se estima de forma rápida de la concentración de nitratos en muestras con bajos contenidos en materia orgánica, en aguas naturales no contaminadas y en agua potable. Los nitratos absorben la radiación ultravioleta a la longitud de onda de 220 nm. La materia orgánica también absorbe a 220 nm, por consiguiente es necesario realizar la corrección de la absorbancia midiendo a 275 nm donde los nitratos no absorben (Pérez Moreno et al., 2003). Para ello fue necesario el Espectrofotómetro L6S INESA, estufa, matraz aforado de 100 mL y 1L, pipeta aforada de 10 mL. La técnica necesita reactivos químicos como ácido clorhídrico (HCl 1 M.), solución stock de nitrato de potasio (KNO_3), 100 mg NO_3/L , solución intermedia de nitrato de potasio (KNO_3), 10 mg NO_3/L . Se mide la absorbancia de los estándares a 220 y 275 nm contra un blanco de agua y se procede a la construcción de la curva de calibración de (0 - 7) mg/L. Para la cuantificación de la muestra procedente de la Dulcería Silverio se mide la absorbancia a 220 y 275 nm contra un blanco de agua (Krasner et al., 1983).

1.4 Determinación de nitritos

Mediante el método de espectrofotometría ultravioleta visible (UV-vis), esta técnica normativa se utiliza para la determinación de iones nitritos en muestras de aguas potables. Los nitritos absorben la radiación ultravioleta a una longitud de onda de 543 nm. El nitrito reacciona en medio ácido ($\text{pH}=2$) con Sulfanilamida. El compuesto diazo resultante se une con el Dihidrocloreuro de N-(1-naftil- etilendiamina) (NED) para formar un compuesto azo intensamente coloreado de rojo. La absorbancia del colorante es directamente proporcional a la concentración del nitrito presente. (Pérez Moreno et al., 2003). Es necesario para el desarrollo de la técnica equipos y materiales como el Espectrofotómetro UV L6S INESA, beaker de 100 mL, pipetas de 10 mL, matraces de 50 mL y reactivos químicos tales como el dihidrocloreuro de N-(1-naftil- etilendiamina) (NED), Sulfanilamida, ácido Clorhídrico (HCl), nitrito de sodio (NaNO_2).





Para la determinación de nitritos se tomó 50 ml de la muestra neutralizada a pH=7, se añade 1 ml de Sulfanilamida y se deja que se desarrolle la reacción en el transcurso de 2 a 8 min. Luego se añade 1 ml de NED y se mezcla de inmediato y se deja en reposo aproximadamente por 10 min, seguido se mide la absorbancia de las mismas a 543 nm. Se toman volúmenes de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 mL de la solución de referencia de nitrito de sodio y se diluye a 50 mL para preparar disoluciones de concentraciones de iones nitritos de 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 y 0,06 respectivamente. Se mide la absorbancia de las mismas a 543 nm. Repitiendo el proceso descrito con anterioridad.

1.5 Determinación de dureza total

Mediante el método titulométrico con EDTA se determina la dureza total en aguas superficiales, subterráneas y efluentes domésticos e industriales. La dureza total se define como la suma de concentración de iones calcio y magnesio, expresados como carbonato de calcio, en mg/L. Los iones calcio y magnesio forman complejos estables con etilendiaminotetra-acetato disódico. El punto final de la titulación es detectado por el indicador Negro de Eriocromo-T (NET), el cual posee rosado en la presencia de calcio y magnesio y un color azul cuando los cationes están formando complejos con EDTA (NOM127SSA11994 and AMBIENTAL, 2015). En esta técnica se emplea Matraz de 250 mL, bureta de 25 mL, pipeta aforada de 10 mL y graduadas de 1 mL y reactivos químicos tales como: Indicadores (Murexida y Negro de Eriocromo-T (NET)), solución titrante de EDTA 0,01 M, buffer $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_3$, solución patrón de calcio 0.01N. Para la determinación de dureza total se toma el EDTA previamente preparado y se valora con CaCO_3 ya que no es un patrón primario. Por otro lado se toman 10 mL de la solución estándar de carbonato de calcio y se diluye a un volumétrico de 50 mL. Se agrega 1 mL de la solución buffer y se comprueba que el pH de la misma este entre $10 \pm 0,1$. Posteriormente se añade una pizca de NET y se valora lentamente y agitando continuamente desde cambio de coloración desde rosado a azul. Luego se procede a determinación de la dureza total, para esto se toman 50 mL de la muestra, se añade 1 mL de buffer y se comprueba que el pH se encuentre entre 12 y 13. Se agrega 0,1 g de Murexida y se comienza la valoración con EDTA lentamente desde cambio de coloración de rosado a malva (Krasner et al., 1983).

1.6 Determinación de Nitrógeno total





En presencia de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), sulfato de potasio (K_2SO_4) y sulfato de cobre (Cu_2SO_4) como catalizador, el nitrógeno de los grupos amino de muchas sustancias orgánicas y el amoníaco libre, es convertido a iones amonio (NH_4^+). En presencia de una base el amoníaco puede ser destilado del medio alcalino y colectado en ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.04 N para su determinación colorimétrica mediante el espectrofotómetro ultravioleta L6S INESA. Para ello se procede a preparar el equipo para la destilación. Se añaden 500 mL de agua destilada y desionizada y 20 mL de solución buffer borato, ajustar pH 9.5 con solución hidróxido de sodio (NaOH) 6N introduciendo ebullidores de vidrio y cerámica. Luego se destila la mezcla para eliminar el amoníaco del sistema de destilación. Una vez concluido se selecciona el volumen de muestra de acuerdo al contenido orgánico -N. en la muestra. Luego se procede a la digestión Añadiendo a la muestra 50 mL del reactivo de digestión o (6.7 mL de H_2SO_4 concentrado + 6.7 g de K_2SO_4 + 0.365 g de CuSO_4), mezclando bien, se procede a colocar el balón de digestión con la muestra en plancha de calentamiento con colector de humos y se realizar la digestión hasta que el volumen se reduzca a (25–50) mL y abundantes humos blancos sean observados, se continua digestando 30 min (hasta que el residuo presente color transparente). Una vez terminado se enfría y diluye en 300 mL de agua destilada, se añade 50 mL de solución de hidróxido de sodio - tiosulfato de sodio para formar una capa alcalina sin que el pH no exceda de 11. Luego se Destila a velocidad de 6-10 mL/min, coleccionar 200 mL de destilado sobre 50 mL de H_2SO_4 0.04 N.

El fenol en medio alcalino y el hipoclorito reaccionan con el amoníaco para formar el azul de indofenol que es proporcional a la concentración de amoníaco en el medio e intensificado por la presencia de nitroprusiato de sodio $\text{Na}_2 [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$.

Conocido el fundamento se añade 25 mL de cada estándar en tubos de ensayo mezclando completamente por agitación 1 mL de solución de fenol y 1 mL de solución de nitroprusiato de sodio. Después se añaden y mezclar completamente por agitación 2.5 mL de solución oxidante y se tapan los tubos con envoltura de parafina, se dejan desarrollar color durante una hora a temperatura de (22-27°C), color que es estable durante 24 horas y se mide la absorbancia a 640 nm contra un blanco.

1.7 Determinación de fósforo total





La mayoría de los métodos analíticos para la determinación de fósforo en aguas se basan en la conocida reacción del molibdato con el fósforo en medio ácido, donde se produce el ácido fosfomolibdico que es posteriormente reducido con cloruro de estarnoso, formando el complejo heteropoliácido azul intenso. La sensibilidad de este método permite hacer mediciones por debajo de $7\mu\text{g/L}$ aumentando el paso óptico. Para desarrollar la técnica se pipetea 50,0 mL de la muestra en un frasco apropiado, se agrega 1 mL de la solución de ácido ascórbico y 1 mL del reactivo mixto, se mezcla bien entre cada adición y se procede a la lectura en el espectrofotómetro a 880 nm, entre los 10 y 30 minutos contra agua libre de fosfato acidificada (100 mL + 0,2 mL de la solución de ácido sulfúrico).

1.8 Determinación de cloruro

El fundamento de la determinación de cloruro se basa en el coeficiente de solubilidad del cloruro de plata es inferior al del cromato de plata, la muestra tomará una coloración rojiza, por la formación del cromato de plata, cuando todos los iones cloruro estén precipitados. Del volumen de solución de nitrato de plata gastado se calcula la cantidad de iones cloruros existentes en el agua. En la determinación pueden interferir los yoduros y los bromuros que se valoran en concentraciones equivalentes de cloruro. Interfieren también los fosfatos, los sulfuros, sulfitos y los cianuros. Los sulfitos se pueden eliminar mediante tratamiento con peróxido de hidrógeno. Se Utiliza una muestra de 100 mL o una parte alícuota diluida hasta 100 mL. Si la muestra está coloreada, se decolora agregando 3 mL de hidróxido de aluminio en suspensión; se agita cuidadosamente y al cabo de algunos minutos se filtra y lava con (10-15) mL de agua destilada. Si hay sulfitos se agrega 1 mL de la solución de peróxido de hidrógeno agitando. Se debe emplear una cápsula de evaporación de porcelana blanca o un matraz erlenmeyer colocado sobre una superficie blanca. Se ajusta el pH de la muestra con ácido sulfúrico diluido o con solución de hidróxido sódico, de tal modo que la muestra tenga un pH superior a 6 y permanezca incolora en presencia del indicador de fenolftaleína. Una vez ajustado el pH se agrega 1 mL del indicador de cromato potásico y se valora con la solución patrón de nitrato de plata hasta que cambie el color amarillo a rojo ladrillo

1.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)





La cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en aguas residuales se determina por reflujo de la muestra en presencia de dicromato de potasio y ácido sulfúrico. El sulfato de plata es adicionado al ácido sulfúrico como catalizador para romper la cadena recta de los ácidos alifáticos presentes en la muestra. El sulfato de mercurio (II) se adiciona para eliminar la interferencia de cloruros. Un exceso de dicromato de dipotasio oxida todo excepto el NH_3 . La cantidad remanente de dicromato de dipotasio es valorada con sal de Mohr. La cantidad de dicromato de dipotasio consumida es directamente proporcional a la DQO. Para la determinación se coloca 0.4 g de sulfato de mercurio en un frasco de reflujo, se añaden 20 mL de muestra, luego se añade 5 mL de ácido sulfúrico con sulfato de plata con mucho cuidado y en volúmenes pequeños. Seguido se añade 10 mL de dicromato de potasio (0.25N) y 25 mL de ácido sulfúrico concentrado mezclando cuidadosamente antes de calentar, y se seca a 600°C por 1 h, si el residual es muy concentrado (alto valor de DQO) durante la digestión la muestra toma una coloración verdosa, entonces debe diluirse y tener en cuenta el factor de dilución en los cálculos finales. Una vez pasada la hora se conecta el frasco al condensador y se refluja la muestra por 2 h ó utilice un tiempo menor para algún residuo en particular si se ha detectado que ese alcanza la máxima DQO; se enfría y se enjuaga el condensador con agua destilada. Luego se diluye la muestra hasta unos 150 ml con agua destilada, enfríe hasta temperatura ambiente. Finalmente se titula con solución sulfato de amonio y hierro (II) (Sal de Mohr) previamente estandarizada con permanganato de potasio (estándar primario). Será considerado como punto final el viraje brusco de azul agua a carmelita rojizo aunque el azul reaparezca de nuevo al rato.

2. Resultados y discusión

2.1 Determinación de pH

La tabla I muestra los resultados obtenidos en la determinación de pH a 25°C del agua muestreada en la Dulcería Silverio, así como los Límites Máximos Admisibles (LMA) para cada una de las réplicas, observándose que los resultados cumplen con los requisitos establecidos por la Norma Cubana NC-827/2012 de Aguas Potables.

Tabla I. Determinación de pH del agua potable a 25°C : elaboración propia

Muestra	Promedio	Características Ácido-Base	LMA (pH)	Cumplimiento
---------	----------	----------------------------	----------	--------------





Agua Potable	7,40±0,02	Agua ligeramente básica.	6,5 – 8,5	Cumple
--------------	-----------	--------------------------	-----------	--------

2.2 Determinación de STD

La tabla II muestra los resultados obtenidos en la determinación de STD del agua muestreada en la Dulcería Silverio, así como los Límites Máximos Admisibles (LMA) para cada una de las réplicas, observándose que los resultados cumplen con los requisitos establecidos por la Norma Cubana NC-827/2012 de Aguas Potables.

Tabla II. Determinación de STD a aguas potables a 25°C: elaboración propia

Muestra	STD (mg/L)	LMA (STD)	Cumplimiento
Agua Potable	609 ± 0,58	1 000 mg/L	Cumple

2.3 Determinación de nitratos

La figura 1 muestra la curva de calibración de nitrato de potasio en el rango (0.5 - 6.5) mg/L, donde la técnica analítica es lineal en el intervalo de concentraciones estudiado, con una alta correlación entre la absorbancia y la concentración de nitrato (observar valores de r y R^2).



Figura 1. Curva de Calibración de Nitrato de Potasio: elaboración propia

El resultado obtenido en la determinación de nitratos del agua muestreada en la Dulcería Silverio del municipio de Placetás fue de $9,3667 \pm 0,0001$ mg/L, indicándonos que el



resultado logrado en los análisis cumple con el Límite Máximo Admisible (LMA= 45 mg/L) de la Norma Cubana NC 827/2012 de Aguas Potables.

2.4 Determinación de nitritos

La figura 2 muestra la curva de calibración de nitrito de sodio en el rango (0,03 - 0,06) mg/L, donde la técnica analítica es lineal en el intervalo de concentraciones estudiado, con una alta correlación entre la absorbancia y la concentración de nitrato (observar valores de r y R^2).

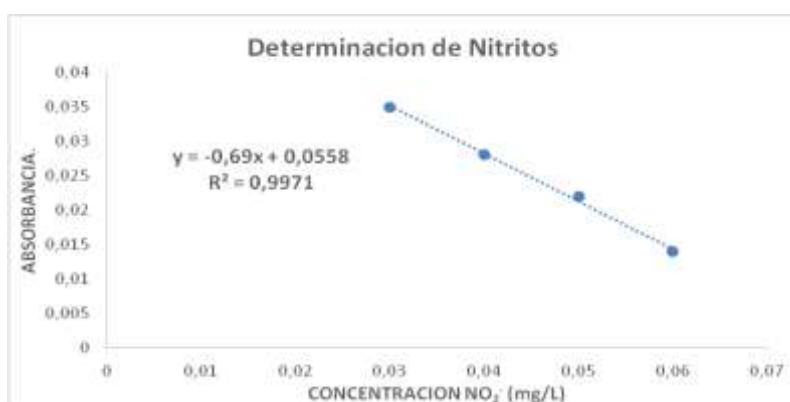


Figura 2. Curva de Calibración de Nitrito de Sodio: elaboración propia

Los resultados obtenidos en la determinación de nitritos al agua empleada en la Dulcería Silverio del municipio de Placetas fue de $0,033 \pm 0,01$ mg/L, mayor que 0,01 mg/L (Límite Máximo Admisible (LMA) de la Norma Cubana NC 827/2012).

Esta contaminación puede estar dada a que el nitrito es un paso intermedio en el proceso de oxidación entre el amonio y el nitrato, y puede deberse a que la Dulcería se encuentra cerca de la comunidad de Placetas y el agua procedente del pozo tratada en el tanque de almacenamiento de la Dulcería esté contaminada con las fosas de la comunidad. Este parámetro deber ser controlado ya que, los nitritos son los responsables de transformar la hemoglobina de la sangre en metahemoglobina que no puede realizar el transporte del oxígeno a través de los vasos sanguíneos, como lo hace la hemoglobina y se produce lo que se conoce como "enfermedad azul" o "síndrome azul del bebé", aunque esta es relativamente fácil de subsanar si se presta atención médica y se deja de suministrar el agua que lo ha provocado.



2.5 Determinación de dureza total

La tabla III muestra los resultados obtenidos en la determinación de Dureza total, calcio y magnesio del agua muestreada en la Dulcería Silverio, así como los Límites Máximos Admisibles (LMA) para cada una de las réplicas, observándose que los resultados cumplen con los requisitos establecidos por la Norma Cubana NC-827/2012 de Aguas Potables.

Tabla III. Determinación de dureza total, calcio, magnesio y LMA para estos parámetros: elaboración propia

Parámetros	Resultados (mg/L)	LMA (mg/L)	Cumplimiento
Ca	74,21 ± 0,02	200	Cumple
Mg	101,02 ± 0,02	150	Cumple
Dureza total	175,23 ± 0,03	400	Cumple

2.6 Determinación de Nitrógeno total

La figura 3 muestra la curva de calibración de cloruro de amonio en el rango (0,25 - 1,75) mg/L, donde la técnica analítica es lineal en el intervalo de concentraciones estudiado, con una alta correlación entre la absorbancia y la concentración de amonio liberada (observar valores de r y R^2).

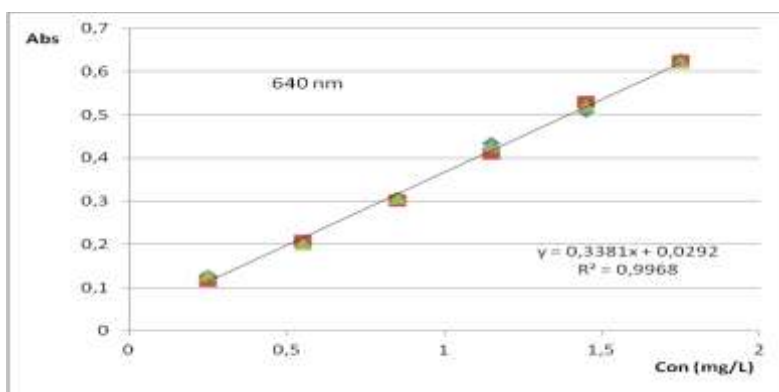


Figura 3. Curva de Calibración de Cloruro de amonio: elaboración propia

La tabla IV muestra el resultado obtenido en la determinación de Nitrógeno Total del agua residual muestreada en la Dulcería Silverio, así como el Límite Máximo



Admisibles (LMA) según la Norma Cubana, observándose que el resultados cumple con los requisitos establecidos por la Norma Cubana NC-27/2012 para Vertimiento de aguas residuales y alcantarillado.

Tabla IV. Determinación de nitrógeno total, para muestra de agua residual y LMA del parámetro: elaboración propia

Parámetros	Muestreo	Conc (mg/L)	LMA(mg/L)(NC 27:2012)	Cumplimiento
N-total	salida	1,394	5	Cumple

2.7 Determinación de fósforo total

La figura 4 muestra la curva de calibración de fosfato-monobásico de potasio (KH_2PO_4) en el rango (1,8 - 7,8) mg/L, donde la técnica analítica es lineal en el intervalo de concentraciones estudiado, con una alta correlación entre la absorbancia y la concentración de Fosfato (observar valores de r y R^2).

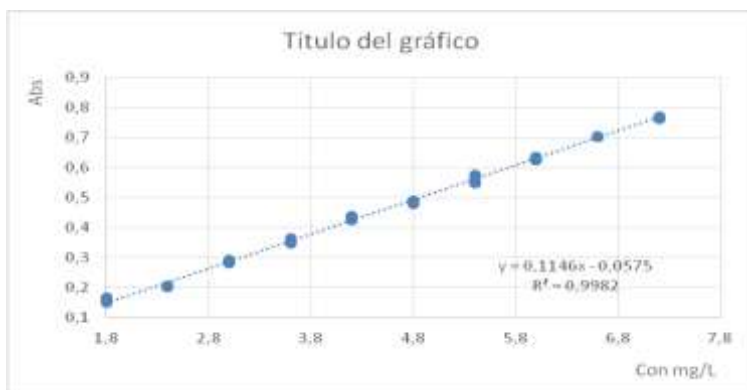


Figura 4. Curva de Calibración de fosfato-monobásico de potasio (KH_2PO_4): elaboración propia

La tabla V muestra el resultado obtenido en la determinación de Fósforo Total del agua residual muestreada en la Dulcería Silverio, así como el Límite Máximo Admisibles (LMA), observándose que el resultados cumple con el requisito establecidos por la Norma Cubana NC-27/2012 para Vertimiento de aguas residuales y alcantarillado.

Tabla V. Determinación de fósforo total, para muestra de agua residual y LMA del parámetro: elaboración propia

Parámetro	Muestreo	Conc(mg/L)	LMA(mg/L) (NC 27:2012)	Cumplimiento
-----------	----------	------------	------------------------	--------------



Fósforo Total	salida	1,541	2	Cumple	
---------------	--------	-------	---	--------	--

2.8 Determinación de cloruro

La tabla VI muestra el resultado obtenido en la determinación de Cloruro para el agua potable muestreada en la Dulcería Silverio, así como el Límite Máximo Admisibles (LMA), observándose que el resultados cumple con el requisito establecidos por la Norma Cubana NC-827/2010 para aguas potables.

Tabla VI. Determinación de Cloruro, para muestra de agua potable y LMA del parámetro: elaboración propia

Parámetro	Muestreo	Conc(mg/L)	LMA(mg/L) (NC 27:2012)	Cumplimiento
Cloruro	salida	2,63	250	Cumple

2.9 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La tabla VII muestra el resultado obtenido en la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) para el agua residual muestreada en la Dulcería Silverio, así como el Límite Máximo Admisibles (LMA), observándose que el resultados cumple con el requisito establecidos por la Norma Cubana NC-27/2012 para Vertimiento de aguas residuales y alcantarillados.

Tabla VII. Determinación de Demanda Química de Oxígeno, para muestra de agua potable y LMA del parámetro: elaboración propia

Parámetro	Muestreo	Conc(mg/L)	LMA(mg/L) (NC 27:2012)	Cumplimiento
DQO(Dicromato)	salida	619,05	<700	Cumple

Los estudios químico físicos realizados a la Dulcería Silverio impactan directamente en la protección al medio ambiente, la producción de alimentos así como en el incremento de la Producciones y los servicios, dicha dulcería no contaba con estudios que avalaran la calidad del agua empleada y la resultante de los diferentes procesos productivos. Sin dichos estudios dicha dulcería no cumplía con las normas cubanas establecidas para el vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillados (NC 27:2012). La





presencia de materia orgánica procedente de la elaboración de dulces a partir de frutas y compuestos químicos inorgánicos procedente de la limpieza y esterilización de la mini industria alimentaria se encontraron como los principales contaminantes de las aguas vertidas, situación que fue controlada a partir la incorporación de una trampa para sólidos junto a un filtro de arena sílice y zeolita a la salida del canal colector de residual de la planta y la implementación de normas de calidad entre las cuales se encuentra el muestreo sistemático de sus aguas. La evaluación químico físico de las aguas residuales impactan positivamente en el ecosistema local y provincial al evitar que aguas del proceso productivo sean vertidas directamente sin cumplir con los parámetros establecidos en la NC-27/2012 y contaminen una de las principales cuencas del país, Zaza; disminuyendo por ende la carga contaminante en el nacimiento de dicho río y ahorrándole cuantiosos recursos al estado en una posible remediación ambiental en la zona. También el trabajo presenta al Centro de Bioactivos Químicos (CBQ) como una opción para la contratación de este tipo de servicios científico-técnico por otras entidades de la provincia y el país así como personas jurídicas que lo requieran.

CONCLUSIONES

1. Se caracterizó el agua potable empleada en el proceso y el agua residual antes y después de colocar una trampa y filtro en el flujo fabril.
2. Se compararon los resultados obtenidos con los criterios de aceptación establecidos en la NC-827/2010 y NC-27/2012 para las Aguas Potables y Aguas Residuales respectivamente obteniendo como resultado el cumplimiento de los parámetros del agua potable, mientras que la residual solo cumplen después de haber instalado una trampa para sólidos junto a un filtro de arena y zeolita.
3. Los resultados obtenidos impactaron de forma positiva en el ecosistema local disminuyendo de forma considerable la contaminación sobre la cuenca hidrográfica río Zaza.



Convención Científica Internacional 2017
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD. PERSPECTIVAS Y RETOS
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas



|





BIBLIOGRAFÍA

- Examination Of Water And Wastewater.
- Barceló, D. & López, M. J. 2008. Contaminación Y Calidad Química Del Agua: El Problema De Los Contaminantes Emergentes. Jornadas De Presentación De Resultados: El Estado Ecológico De Las Masas De Agua. Panel Científico-Técnico De Seguimiento De La Política De Aguas, Sevilla.
- Escalante-Pozos, V. Y. B., E.R. 2015. Calidad Del Agua Y Su Relación Con Alimentos: Aplicación De Procesos Fenton Y Tipo Fenton En La Eliminación De Contaminantes En Agua.
- Estrada, D. P., Varona, M. M., Pérez, A., Cabrera, N. C. G., Llera, H. D. & Navarro, M. F. N. Comportamiento De Parámetros Físico-Químicos En Diferentes Aguas Utilizadas Para El Consumo Humano.
- García Romo, P. 2013. Caracterización Del Agua Recirculada Y Optimización De La Dosificación De Lechada De Cal En El Agua Residual Del Ingenio Risaralda. [Online]. 2017].
- Herrero, A. 2016. La Calidad Del Agua Y Su Importancia En Los Alimentos
- [Online]. Available: [Www.Produccion-Animal.Com.A](http://www.Produccion-Animal.Com.A).
- Krasner, S., Hwang, C. & Mcguire, M. 1983. A Standard Method For Quantification Of Earthy-Musty Odorants In Water, Sediments, And Algal Cultures. Water Science And Technology, 15, 127-138.
- Nom127ssa11994, N. O. M. & Ambiental, S. 2015. Agua Para Uso Y Consumo Humanolimites Permisibles De Calidad Y Tratamientos A Que Debe Someterse El Agua Para Su Potabilización". Norma, 24, 3.
- Pérez Moreno, F., Prieto García, F., Rojas Hernández, A., Galán Vidal, C. A., Marmolejo Santillán, Y., Romo Gómez, C., Castañeda Ovando, A., Rodríguez Ávila, J. A. & Barrado Esteban, E. 2003. Caracterización Química De Aguas Subterráneas En Pozos Y Un Distribuidor De Agua De Zimapan, Estado De Hidalgo, México. Hidrobiológica, 13, 95-102.
- Standards, C. N. B. O. 2012. Norma Cubana 827/2012 De Aguas Potables. Requisitos Sanitarios. In: Normalización, O. N. D. (Ed.).

FIN del Documento.

