

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exatas y de la tierra: observación, formulación y predicción

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas y de la tierra: observación, formulación y predicción / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-908-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.087220703>

1. Ciências exatas. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Ciencias exactas y de la tierra: Observación, formulación y predicción” aborda uma série de publicações da Atena Editora apresenta, em seus 6 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino, pesquisa e inovação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, essa obra é dedicada aos trabalhos relacionados a pesquisa e inovação. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Francisco Odécio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APLICACIÓN DE LA BIOMASA DEL HONGO *Aspergillus niger* PARA LA REMOCIÓN DE MERCURIO EN SOLUCIÓN

Ismael Acosta Rodríguez
Nancy Pacheco Castillo
Adriana Rodríguez Pérez
Juan Fernando Cárdenas González
Víctor Manuel Martínez Juárez
Francisco Navarro Castillo
Erika Enríquez Domínguez
Juana Tovar Oviedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207031>

CAPÍTULO 2..... 14

CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN CENTRO DE LA MESETA P'URHÉPECHA

Silvano. Velázquez Roque
Miguel Ángel. Madrigal Cardiel.
Ulises. Zurita Luna
Juan. Damián Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207032>

CAPÍTULO 3..... 25

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOLINO COMPACTO PARA POLIETILENO TEREFTALATO

Miguel Ángel Madrigal Cardiel
Silvano Velázquez Roque
Jesús Maldonado Paleo
Ulises Zurita Luna
Juan Damián Hernández

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207033>

CAPÍTULO 4..... 38

MEDICIÓN DE PROPIEDADES MECANO-ELÁSTICAS (DENSIDAD Y GROSOR) EN PLACAS DELGADAS CON USO DE EFECTO FOTOACÚSTICO

Nestor Antonio Flores Martínez
Valentín Guzmán Ramos
Romeo de Jesús Selvas Aguilar
José Valentín Guzmán
Arturo Alberto Castillo Guzmán

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207034>

CAPÍTULO 5..... 52

MODELACIÓN DE PATRONES DE VEGETACIÓN CON ECUACIONES NO LINEALES UTILIZANDO LOS MODELOS HARDENBERG Y LEFEVER

Rebeca Franco

Marco A. Morales
José I. Rodríguez-Mora
Ricardo Agustín-Serrano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207035>

CAPÍTULO 6..... 65

UTILIZAÇÃO DOS EXTRATOS BOTÂNICOS DE FOLHAS DE LARANJA (*Citrus sinensis* L), SOBRE AS FORMIGAS CORTADEIRAS (*Atta sexdens sexdens*) EM CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Antônio Geilson Matias Monteiro
Adriana Dantas Gonzaga de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872207036>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 73

ÍNDICE REMISSIVO..... 74

CALIDAD DEL AGUA EN LA REGIÓN CENTRO DE LA MESETA P'URHÉPECHA

Data de aceite: 01/03/2022

Silvano. Velázquez Roque

Maestro en Ciencias en Ingeniería Física
Tecnológico Nacional de México, Instituto
Tecnológico Superior P'urhépecha, División de
Ingeniería Industrial
Cherán Michoacán. México

Miguel Ángel. Madrigal Cardiel.

Dr. En Ciencias de la Educación, Cherán,
Michoacán, México.
Tecnológico Nacional de México, Instituto
Tecnológico Superior P'urhépecha, División de
Ingeniería Industrial
Cherán Michoacán. México

Ulises. Zurita Luna

Maestro en Ciencias en Ingeniería Química
Tecnológico Nacional de México, Instituto
Tecnológico Superior P'urhépecha, División en
Energías Renovables
Cherán Michoacán. México

Juan. Damián Hernández

Ingeniero Industrial. Tecnológico Nacional
de México, Instituto Tecnológico Superior
P'urhépecha, División de Ingeniería Industrial
Cherán Michoacán. México

ABSTRACT: In the present research work, a study was carried out on the quality of water for human consumption, in the central region of the P'urhépecha plateau of the state of Michoacán, Mexico, monitoring the variables of hardness, TDS, temperature, pH and concentration. of As

and Pb in different sampling sites and in different seasons of the year, which were compared with parameters established by the Official Mexican Standard NOM-127-SSA1-1994, NOM-250-SSA1-2014, Environmental Protection Agency of the United States of America (USEPA) and those established by the World Health Organization (WHO). The results obtained show a pH that is 7 ± 0.5 , the temperature oscillates between 18 and 22 ° C, the hardness between 60 and 200 ppm, unlike a site that shows 600 ppm. SDT between 40 and 220 ppm and a sample site of 400 ppm. On the other hand, the Pb concentration range was found between 0.15 and 0.5 ppm, while As concentrations ranged between 0.01 and 0.1 ppm, depending on the study site.

KEYWORDS: Water quality, hardness, TDS, lead, arsenic.

WATER QUALITY IN THE CENTRAL REGION OF THE MESETA P'URHÉPECHA

RESUMEN: En el presente trabajo de investigación se realizó un estudio sobre la calidad del agua para consumo humano, en la región centro de la meseta P'urhépecha del estado de Michoacán, México, monitoreando las variables de dureza, SDT, temperatura, pH y la concentración de As y Pb en diferentes sitios de muestreo y en diferentes estaciones del año, los cuales fueron comparados con parámetros establecidos por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, NOM-250-SSA1-2014, Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA) y los establecidos

por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los resultados obtenidos muestran un pH que se encuentra en 7 ± 0.5 , la temperatura oscila entre los 18 y 22 °C, la dureza entre los 60 y 200 ppm a diferencia de un sitio que muestra 600 ppm. SDT entre 40 y 220 ppm y un sitio de muestreo de 400 ppm. Por otra parte, el rango de concentración de Pb se encontró entre 0.15 y 0.5 ppm, mientras que las concentraciones de As oscilan entre 0.01 y 0.1 ppm, dependiendo del sitio de estudio.

PALABRAS CLAVE: Calidad del agua, dureza, SDT, plomo, arsénico.

INTRODUCCIÓN

Hablar de la calidad del agua para el consumo humano hoy en día es un tema de crucial importancia, debido que el vital líquido es un medio donde se llevan a cabo múltiples reacciones bioquímicas. Para el caso de las reacciones metabólicas en el ser humano, ésta permite el transporte de sustancias en forma iónica dentro de las células y entre ellas, lo que permite ser un medio indispensable para la vida humana (Voet, Voet & Pratt, 2008). Para el caso de la agricultura su utilidad y aplicación resulta ser básica y en esta misma vertiente para la industria sus aplicaciones se diversifican en múltiples usos, dependiendo del giro de las mismas. Sin embargo, dada su utilidad de este compuesto vital se ha observado que cada vez se ve una mayor contaminación, debido a la combinación de diferentes especies químicas, por ejemplo: nitratos, cloruros, iones pesados, elementos pesados entre varios otros, por ello es importante monitorear aspectos como la potabilidad, la presencia de materia orgánica dañina, la alcalinidad, cantidad excesiva de sólidos disueltos, dureza, conductividad entre otras variables, (Pérez-López, E., 2016).

La calidad del agua por otro lado, implica parámetros permisibles que no dañen la salud en el cuerpo humano. Particularmente el agua para beber, es mayormente consumida si ésta pasa por un proceso de purificación. Una clasificación del agua para consumo humano es la siguiente: agua potable cruda y agua de mesa, donde la primera es agua clorada y con excedentes de sales, por otro lado, el agua de mesa, ha recibido un proceso de purificación a través de filtros de sedimentos, ósmosis inversa o cualquier otro proceso (Vidales-Olivos, 2000), el principal objetivo de dichos procesos es disminuir la cantidad de sólidos disueltos, dureza y algunos otros parámetros establecidos por normas nacionales NOM-250-SSA1-2014 e internacionales. Sin embargo, existen regiones de la república mexicana donde la población hace uso del vital líquido para beber directamente de manantiales y pozos profundos sin someterla a ningún proceso de purificación ni cloración.

Por otro lado, el agua que proviene de manantiales y pozos profundos puede contener algunos elementos pesados, como Arsénico, Plomo, Mercurio, Cadmio y varios otros elementos en forma de iones y sus diferentes compuestos, esto depende del subsuelo, minerales de contacto e incluso por contaminación de actividades por el ser humano, lo que implica un riesgo para la salud humana (Efsa, 2015; Huang et. al, 2014).

En la región centro de la meseta P'urhépecha, ubicado en el estado de Michoacán,

México-, se encuentran localizados los municipios de Nahuatzen, Cherán y Paracho, donde la población local extrae el agua de manera cotidiana de pozos profundos y manantiales consumiendo sin previa potabilización y/o purificación, por ello se vuelve importante la evaluación de la calidad del agua en fuentes de abastecimiento de los municipios de interés y de estudio de la región centro de la meseta P´urhépecha.

En esta investigación el objetivo principal es evaluar y determinar la calidad del agua en manantiales y pozos profundos ubicados en la región centro de la meseta P´urhépecha a través del análisis fisicoquímico y la determinación de metales pesados. Las variables para este estudio fueron: dureza, cantidad de sólidos disueltos, pH, temperatura, concentración de As (arsénico) y la concentración de Pb (plomo).

MÉTODOS

Para llevar a cabo esta investigación y el cumplimiento de los objetivos se establecieron los siguientes pasos:

a) Toma de muestras de agua de manantiales y pozo profundo.

Se identificaron doce sitios de muestreo; tres en el municipio de Nahuatzen, seis en el municipio de Cherán y tres en el municipio de Paracho, Se tomaron dos muestras por sitio en viales de 50 ml en las diferentes estaciones del año.

b) Análisis fisicoquímico; dureza, cantidad de sólidos disueltos, pH y temperatura.

Por cada muestra tomada en in situ se midió la dureza, sólidos disueltos, pH y temperatura con equipos portátiles (electrodo de dureza, de TSD, pH-chimetro y termómetro laser).

c) Análisis fisicoquímico por emisión atómica por plasma para determinar metales pesados.

Las muestras tomadas fueron analizadas en un espectrómetro de emisión por plasmas modelo 4100 MP-AES marca Agillen.

d) Análisis estadístico de las zonas muestreadas.

Una vez analizadas las muestras en sus diferentes variables por cada estación del año, se promedió el resultado y posteriormente se obtuvieron graficas en donde se aprecia de forma comparativa cada resultado de los manantiales y pozos profundos estudiados.

RESULTADOS

A continuación, se muestra una serie de gráficos en la que se puede apreciar el monitoreo y evolución de la cantidad del agua medida en ppm de las siguientes variables: dureza, cantidad de sólidos disueltos, pH, temperatura, concentración de As y la concentración de Pb. Cabe resaltar que estos resultados dan información relevante de la

calidad del agua de los diferentes sitios que fueron muestreados.

pH

En la figura 1, se puede apreciar el pH promedio del agua de cada uno de los sitios donde fue muestreada in situ. La mayoría de los pozos y manantiales se encuentra a un pH de 7 más, menos 0.5 unidades de diferencia entre algunos sitios. Este resultado se encuentra acorde con la norma permisible mexicana NOM-127-SSA1-1994 y la **NOM-250-SSA1-2014**, el cual establecen que el agua potable debe estar en un rango de pH entre 6.5-8.5. Cabe mencionar que la toma de muestras se realizó en diferentes temporadas del año y la variación que se encontró fue mínima (entre 0.4 y 0.5).

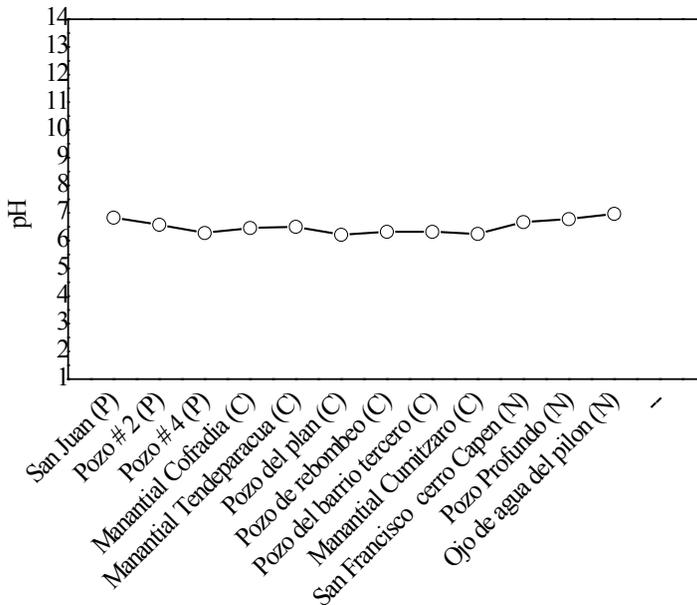


Figura 1. pH promedio del agua de zonas muestreadas.

Temperatura

Se encontró que la temperatura promedio varía según el sitio de muestreo. De acuerdo a la gráfica de la figura 2, los sitios de San Juan (P), Pozo # 2 y Pozo # 4 pertenecientes a la localidad de Paracho diferenciado por la letra (P), el cual, mostraron un rango de temperatura entre los 19 y 22 °C, por otra parte, para los sitios de muestreo de la localidad de Cherán (diferenciado con la letra C): Manantial Cofradía (C), Manantial Tendeparacua (C), Pozo Plan (C), Pozo del Rebombeo (C), y Manantial Cumitzaro (C), la temperatura promedio es muy similar a la localidad de Paracho, es decir; que esta, entre los 18 y 21 °C, a diferencia del Pozo del Barrio Tercero (C) donde el promedio se encontró

entre los 25 °C, este mismo resultado fue similar al que se obtuvo con los sitios de la comunidad de Nahuatzen (diferenciados con la letra N), de los tres puntos de muestreo; San Francisco Cerro Capen (N), Pozo Profundo (N) y Ojo de agua del Plan.

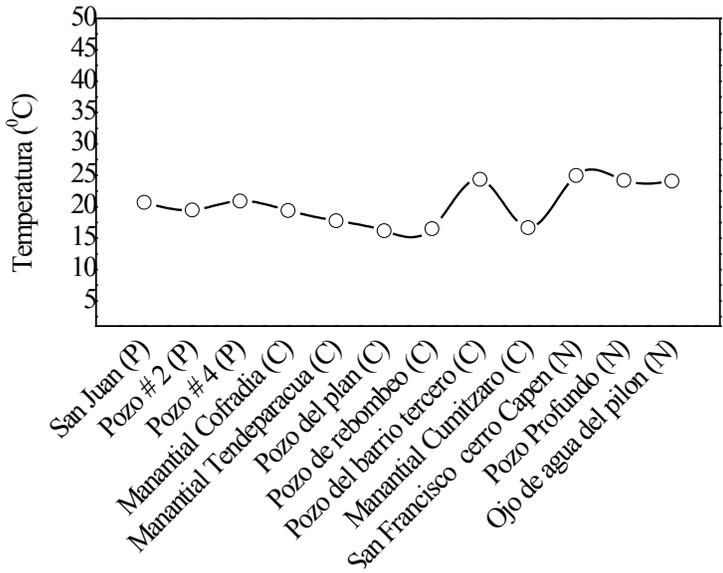


Figura 2. Temperatura promedio del agua de zonas muestreadas.

Dureza

Cuando se habla de dureza se hace mención a la cantidad de carbonato de calcio (CaCO_3) disuelto en el agua en mayor concentración y en menor el carbonato de magnesio (MgCO_3). En este sentido el agua puede tener diferentes connotaciones, agua dura, agua parcialmente dura o blanda.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la clasificación como agua blanda la que presenta concentraciones inferiores a 60 mg/L de Carbono de Calcio (CaCO_3), entre 61 y 120 mg/L, moderadamente dura, entre 121 y 180 mg/L dura y aquella con valores superiores a 180 mg/L muy duras (Instituto Nacional de Epidemiológica y Microbiológica, 1992).

En este estudio en particular se tomó, en cuenta esta variable, puesto que es un parámetro fisicoquímico de importancia para la calidad del agua de consumo humano (potable). Para lo cual se encontraron los siguientes resultados. En los pozos de la localidad de Cheran la dureza, figura 3, muestra que se encuentran entre 80 y 100 ppm (o mg/L), para algunos sitios, mientras que para otro oscila entre los 100 y 150 ppm (manantial Tendeaparacua), a diferencia del sitio conocido como Manantial Cumitzaro donde la concentración promedio de los carbonatos esta entre los 600 ppm.

Para las zonas de muestreo de Nahuatzen muestran un rango promedio entre los 60 y 100 ppm, La mayoría de los sitios de muestreo muestran que los resultados se encuentran dentro de la norma permisible establecidos por la NOM-250-SSA1-2014, el cual establece que la dureza debe estar a 500 ppm como límite máximo permisible. En contraste al sitio de muestreo del Manantial Cumitzaro del municipio de Cherán, donde arrojo valores por arriba de la norma, 600 ppm aproximadamente, esto indica un foco de atención para los habitantes que hacen uso de tal recurso hídrico. Por otro lado, en el municipio de Paracho en rango de los sitios de muestreados escila entre los 150 y 200 ppm.

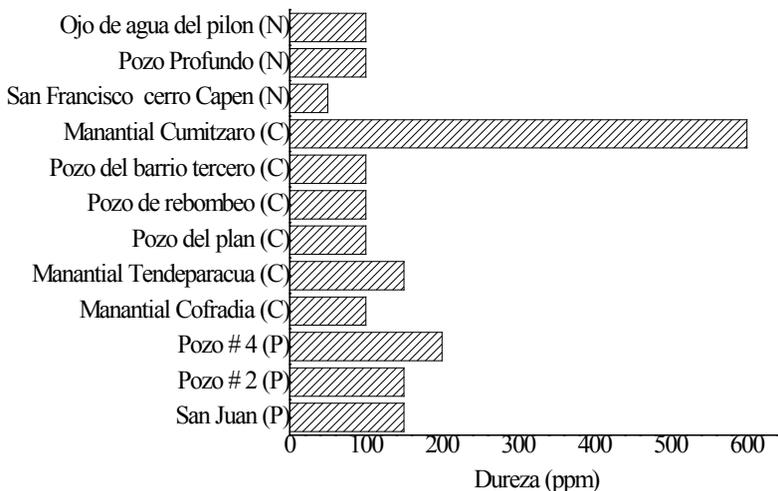


Figura 3. Dureza promedio del agua de zonas muestreadas.

Por otro lado, la aceptación de la dureza varía dependiendo de la aceptación del público, incluso cuando se habla de agua embotellada para beber, esta depende de las especificaciones de calidad al cual están sometidas. Normalmente el rango de sabor del ión calcio esta entre los 100 a 300 ppm y el de magnesio es probablemente menor al de calcio. Según GEMS (1992) si la cantidad de magnesio es superior a 125 ppm en el agua de beber esta puede tener efectos laxantes. En este contexto si el exceso de carbonato de calcio en agua de beber está presente, esta puede generar cálculos renales en el organismo humano (Mora y Chamizo, 2007). Así mismo Melitón y Rosado (2008) concluyen que el consumo de agua con niveles por arriba de 120 ppm de carbonato de calcio son factores importantes en la producción de cálculos renales en las vías urinarias. Por otro lado, investigaciones realizadas mencionan que las aguas blandas y duras han sido relacionadas con problemas cardiacos (OMS, 1983) y cálculos renales (Evans y Taal, 2011; Mora y Alfaro, 1999). En acuerdo con los autores antes mencionados se muestran evidencia de la importancia que la dureza en agua potable es una variable que debe ser monitoreada de manera constante

y más aún si el agua es de meza.

Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Los sólidos son partículas de compuestos que se encuentran diluidas en agua natural, se caracterizan por permanecer en estado sólido después de la evaporación del líquido. Básicamente existen de dos tipos sólidos suspendidos totales (SST) y los sólidos disueltos totales (SDT), correspondientes a residuos no filtrables y filtrables, respectivamente.

En la figura 4, se puede apreciar los resultados obtenidos de los sitios de muestreo, donde se muestra la cantidad promedio de SDT, para los sitios de la comunidad de Nahuatzen se observa que están en un rango de entre 60 y 90 ppm, mientras que para los de la comunidad de Cheran el rango se encuentra entre los 50 y 70 ppm a diferencia del sitio Manantial de Cumitzaro donde se muestra una cantidad promedio de 400 ppm. Por otro lado, en la localidad de Paracho, el rango de SDT está entre los 140 y 200 ppm. Cabe mencionar que estos resultados muestran evidencia que se encuentran dentro de la cantidad máxima permisible.

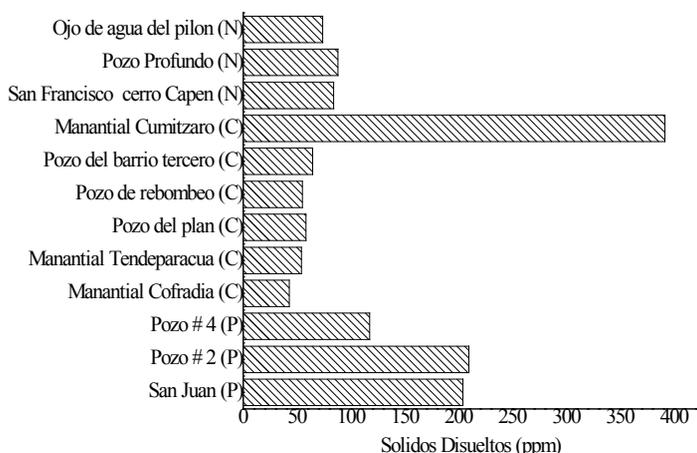


Figura 4. Promedio de sólidos disueltos en agua de las zonas muestreadas.

En contraste, la NOM-127-SSA1-1994 establece una máximo permisible de SDT de 1000 ppm (mg/L), mientras que la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA), sugiere un máximo de 500 ppm en agua potable, esto debido a que si la cantidad de SDT está arriba de lo sugerido, el agua puede presentar apariencia turbia y con sabor distinto, incluso las personas no acostumbradas al agua con alto contenido de SDT pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber agua con esta característica (Sigler y Bauder, 2017).

Pb (Plomo)

En la siguiente figura 5, se puede apreciar los resultados obtenidos de la concentración de Pb encontradas en los diferentes manantiales y pozos profundos de las localidades antes mencionadas.

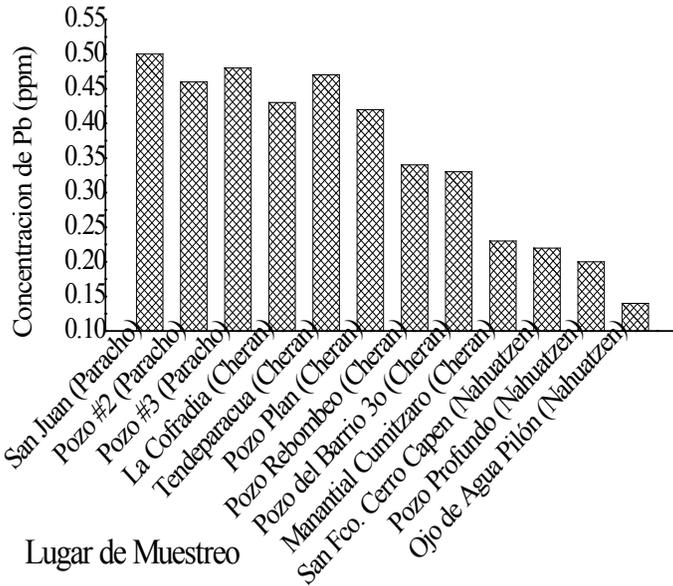


Figura 5. Concentración promedio en ppm (mg/L) de Pb en sitios de muestreo.

Los pozos profundos y manantiales de la localidad de Paracho muestran concentraciones promedio de 0.46 y 0.5 ppm (mg/L), en los de Chéran se encuentran en un rango de 0.25 y 0.48 ppm, para los de la localidad de Nahuatzen entre 0.15 y 0.24 ppm.

La concentración de Pb ingerida en el organismo humano puede ocasionar severos daños a la salud, por esta razón la OMS y múltiples normas internacionales y naciones establecen una cantidad máxima permisible. La norma mexicana NOM-250-SSA1-2014, establece 0.01 mg/L (ppm) como máximo permisible contenida en agua de consumo humano. Si se observan los resultados de la gráfica anterior, estos muestran estar decenas de ppm por arriba de la norma establecida, el cual muestra que debe ser un tema de puntual atención por autoridades y organismos.

As (Arsénico)

El arsénico fue otro de los elementos al que se prestó puntual atención para su estudio y determinación en las manantiales y pozos profundos, en la figura 6, se puede observar la concentración encontrada en cada uno de los sitios muestreados. En los sitios de muestreo de la localidad de Paracho se encontró un rango promedio de 0.018 y

0.02 ppm. Para los de la comunidad e Cherán oscila entre 0.06 y 0.1 ppm y en los de la localidad de Nahuatzen están en 0.1 ppm. Todos los sitios de muestreo revelan resultados por arriba de la norma permisible NOM-127-SSA1-1994, NOM-250-SSA1-2014 y la OMS el cual establecen una cantidad máxima de 0.01 mg/L ó 0.01 ppm. Si bien, no se han reportado resultados sobre el tema del arsénico y plomo en estos sitios y sus alrededores, cabe mencionar que la existencia de dichos metales y otros metaloides de interés pueden explicarse por varios factores presentes. La principal puede ser la presencia geológica, por ser una zona volcánica, por otro lado, investigaciones previas han reportado que el arsénico está presente en la atmosfera debido a fuentes naturales como reacciones ambientales, actividad biológica, emisiones volcánicas e incluso provenientes por un amplio rango de actividades antropogénicas (Campos *et al.*, 2007; Alam *et al.*, 2014) incluyendo la agricultura. Incluso el arsénico puede estar presente en el aire, el agua y el suelo a través de tormentas de polvo y agua de escorrentía, por lo que la contaminación de arsénico está muy extendida debido a su fácil dispersión (Gillispie *et al.*, 2015).

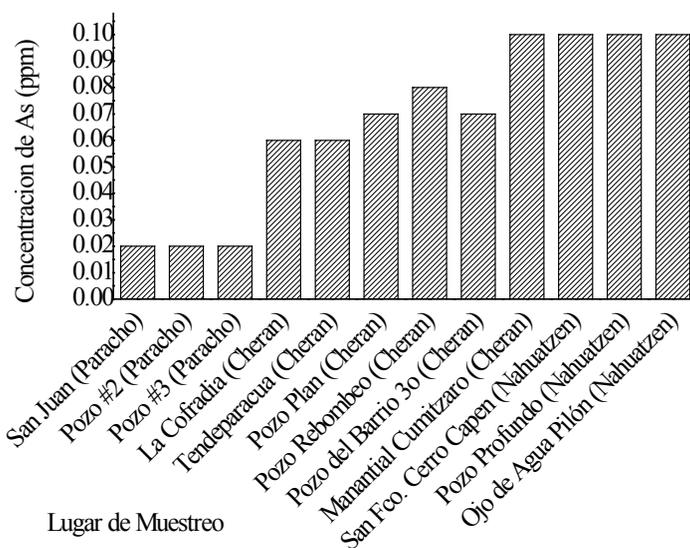


Figura 6. Concentración promedio en ppm (mg/L) de As en sitios de muestreo.

CONCLUSIONES

La calidad del agua para consumo humano es de vital importancia debido a su alta demanda y como medio de reacciones bioquímicas en el metabolismo celular. Por lo anterior se debe tener presente las normas vigentes nacionales e internacionales, para tomar en cuenta los parámetros permisibles en la calidad de agua de mesa que ayuden a mejorar la calidad de vida.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que:

-Se observó que las variables de dureza, SDT, pH y Temperatura se encuentran dentro de la norma establecida, NOM-127-SSA1-1994, NOM-250-SSA1-2014, la OMS e incluso por los establecido por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de América. A diferencia de un sitio de muestreo en la comunidad de Cheran, el punto denominado manantial de Cumitzaro, la cantidad de dureza esta al rededor los 600 ppm y SDT está sobre los 400 ppm.

-Por el contrario, para el caso del Pb y As, éstas se encuentran por arriba de la norma NOM-127-SSA1-1994, NOM-250-SSA1-2014.

REFERENCIAS

Alam, M. S., Y. Wu, and T. Cheng. 2014. Silicate minerals as a source of arsenic contamination in groundwater. *Water, Air, Soil Pollut.* 225: 2201-2215.

Campos, V., C. Valenzuela, M. Alcorta, G. Escalante, and M. Mondaca. 2007. Isolation of Arsenic resistance bacteria from volcanic rocks of Quebrada Camarones, Parina Region, Chile. *Gayana* 71: 150-155.

European Food Safety Authority (efsa).2015. Recuperado de: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/metals>.

Evans, P. D., & Taal, M. W. (2011). Epidemiology and causes of chronic kidney disease. *Medicine*, 39, 7. doi: 10.1016/j.mpmed.2011.04.007.

Instituto Nacional de Higiene Epidemiológica y Microbiología. (1992). *Agua y Salud*. La Habana, Cuba. Editorial Ciencias Médicas. Pág. 50.

Huang, Z. et al., (2014). *Heavy metals in vegetables and the health risk to population in Zhejiang, China*. *Food Control*, 36(1), pp.248–252. Available at: DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.08.036>.

GEMS.(1992). *Guía Operativa GEMS/Agua*. Canadá. Tercera Edición. Capítulo 3,. Pág. 6-12

Gillispie, E. C., T. D. Sowers, O. W. Duckworth, and M. L. Polizzotto. 2015. Soil pollution due to irrigation with arsenic contaminated groundwater: Current state of science. *Curr. Pollut. Rep.* 1: 1-12.

Melitón, W. & Rosado, F. (2008) "Impacto en la salud por consumo de agua dura en pobladores de la parte baja del río Chili, Arequipa, Perú". (Tesis de investigación). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Mora Alvarado Darner y Chamizo García Horacio. (2007). *Estudio exploratorio-ecológico sobre las concentraciones de sales de calcio en el agua para consumo humano y la litiasis renal en Costa Rica*. *Rev. costarric. salud pública* vol.16 n.31 San José Dec. ISSN 1409-1429

Mora Alvarado Darner y Alfaro Herrera Nuria. (1999) Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua en las fuentes utilizadas para consumo humano en Costa Rica. *Rev. costarric. salud pública* vol.8, n.15, pp.01-15. ISSN 1409-1429.

Norma Oficial Mexicana NOM-250-SSA1-2014. (2014). *Proyecto de norma oficial mexicana proy nom-250-ssa1-2014, agua para uso y consumo humano. límites máximos permisibles de la calidad del agua y requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, su control y vigilancia. procedimiento sanitario de muestreo*. DOF. Recuperado de; <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5448/SALUD/SALUD.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. (1994). *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. DOF. Recuperado de; https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110534/NOM_127_SSA1_1994.pdf

OMS. (1983). "*Calidad del Agua, Oligoelementos y Enfermedades Cardiovasculares*. Ginebra, Crónicas de la OMS. No. 27. Pág. 572.

Pérez-López, E. (2016). *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica*. Tecnología en Marcha. Vol. 29, N° 3. Pág 3-14. DOI: <http://dx.doi.org/tm.v29i3.2884>

Sigler, P. W. A., & Bauder, J. (2017). *Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales*. 1.

Vidales Olivo, Amelia (2000). *Diagnóstico de la Calidad de Agua de Mesa: Una Acción Positiva*. Conciencia Tecnológica, (14),41-46. ISSN: 1405-5597. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94401409>

Voet, D., Voet, J. & Pratt, C. (2008). *Fundamentos de bioquímica, la vida a nivel molecular*. 2 ed. España: Editorial Panamericana.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arsénico 11, 13, 15, 16, 21, 22

Aspergillus niger 1, 2, 5, 12, 13

B

Biomasa 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61

C

Calidad del agua 14, 15, 16, 17, 18, 22, 24

Controle alternativo 65

D

Densidad 28, 33, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 55, 59

Desertification 52, 53, 63

Diseño 25, 26, 27, 28, 29, 35, 36, 37, 39, 46

Dureza 14, 15, 16, 18, 19, 23, 24

E

Ecohydrology 53, 62

Efecto fotoacústico 38, 39, 49, 50

G

Grosor 38, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49

H

Hoja metálica 38

I

Insetos pragas 65

L

Láser rojo 38

Ley de Hook 38

M

Mercurio 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15

Molino 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 36

P

Pet 25, 26, 27, 28, 30, 32, 36

Plomo 13, 15, 16, 21, 22

R

Remoción 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11

S

SDT 14, 15, 20, 23

Simulación 25, 26, 27, 36, 38, 44, 46, 56

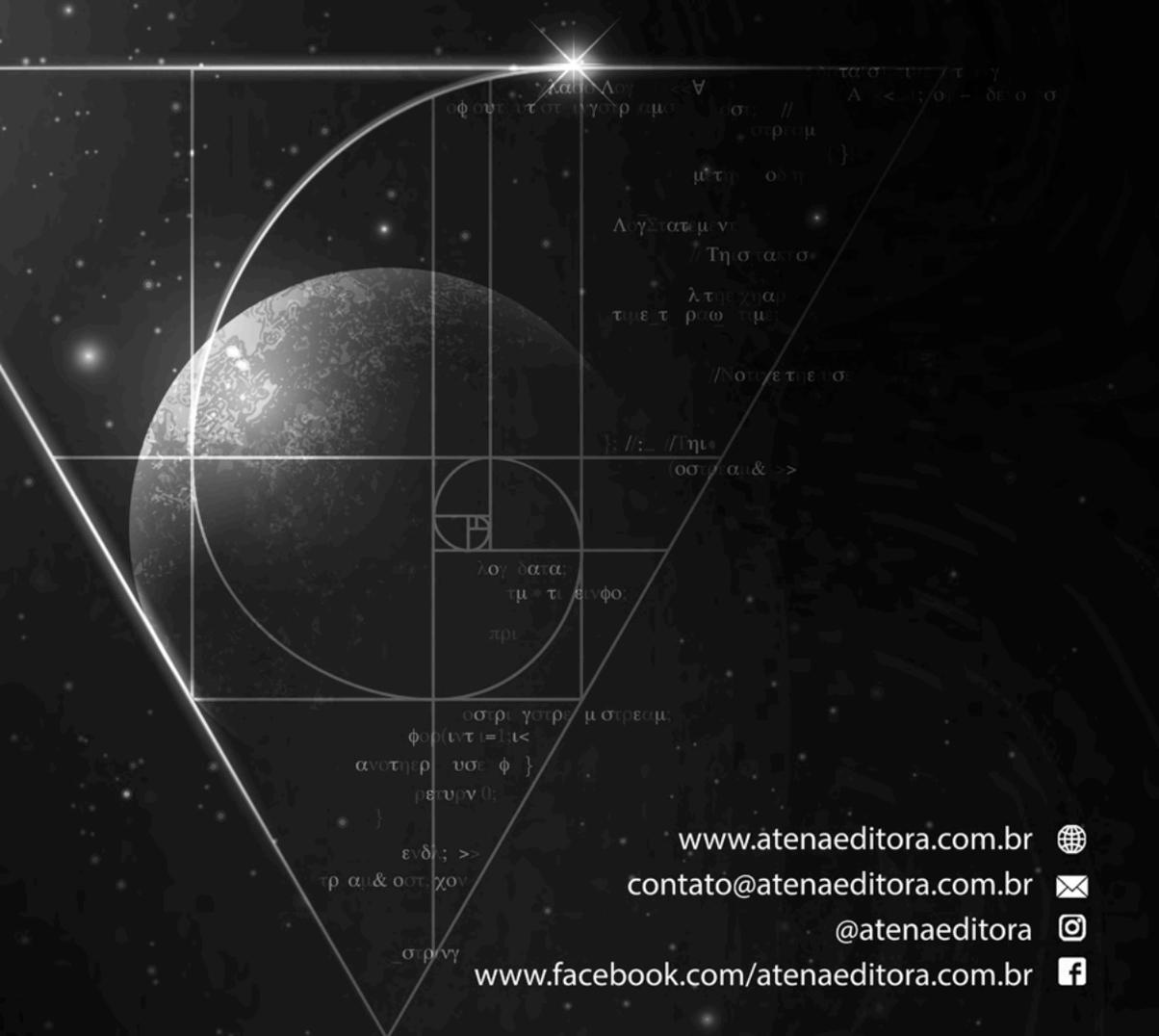
Solidworks 26

V

Vegetation-patterns 53

CIENCIAS EXACTAS Y DE LA TIERRA:

Observación, formulación y predicción



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

