

Evaluación de la calidad bacteriológica de las aguas naturales de algunos sitios de Colombia. Revisión de la literatura

Evaluation of the bacteriological quality of the natural waters of some sites in Colombia. Review of the literature

Halaby N¹, Ricaurte K¹, Rodríguez J¹, Estupiñan S¹

Recibido: 10 de noviembre de 2017

Aceptado: 11 de diciembre de 2017

Resumen

Colombia es un país que se caracteriza por poseer una gran diversidad, tanto de fauna y flora, cuenta con riquezas hídricas importantes como lo son las ciénagas, humedales, bahías, parques naturales, etc. Por la acción antrópica, estos ecosistemas se han visto afectados y la calidad bacteriológica del agua ha presentado indicadores de contaminación altos. Este trabajo hace una revisión de la literatura para evaluar la calidad bacteriológica de ecosistemas hídricos en Colombia a través de algunos indicadores de contaminación como lo son: los coliformes totales, *Escherichia coli*, *Pseudomonas sp.*, coliformes fecales, entre otros

Palabras claves: Humedales, Calidad bacteriológica, Filtración por membrana, indicadores de contaminación.

Abstract

Colombia is a country that characterize for have a great diversity of fauna and flora, it have riches like Wetlands, swamps, bays, natural parks. by the anthropic action those ecosystems have been affected and the bacteriological quality of water has presented high contamination indicators. This work made a literature review to evaluate the bacteriological quality of water ecosystems in Colombia by some contamination indicators like Total Coliforms, *Escherichia coli*, *Pseudomonas sp.*, fecal coliforms, among others.

Keywords: Wetlands, Bacteriological Quality, membrane filtration, Contamination indicators.

Introducción

El territorio Colombiano posee grandes afluentes de aguas naturales que son vitales para la industria, agricultura, transporte, consumo doméstico, preservación de flora y fauna, pecuario, recreativo y estético que hacen que se consideren un recurso vital para la vida y para la sociedad.(1)

La contaminación de los afluentes de agua ha generado problemáticas de salud pública que han despertado la atención de algunos investigadores que han realizado estudios sobre la calidad microbiológica y bacteriológica de fuentes de aguas naturales a lo largo del territorio Colombiano que han dado un diagnóstico sobre la realidad de algunas fuentes de agua o reservorios de agua tales como humedales, ciénagas, quebradas entre otros.

La resolución 3930 de 2010 es aquella que clasifica las aguas naturales en Colombia siendo la disposición del gobierno nacional a reglamentar las disposiciones relacionadas con el uso hídrico y ayuda a clasificar las aguas naturales. (1)

El grupo Calidad de aguas de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y otros investigadores han realizado varios estudios en fuentes de aguas naturales a lo largo del territorio Colombiano en sitios como la ciénaga mata de palma, el Humedal Jaboque, Humedal Gualí, Humedal el Salitre, Parque Natural Chicaque entre otros que dejan ver una amplia gama investigativa sobre aguas naturales.

Además de ello se debe visualizar la importancia del porqué analizar estas aguas teniendo en cuenta las enfermedades a las cuales está expuesta la población humana, la flora y fauna cercana a los afluentes y las bacterias que generan enfermedades o que se deben tener en cuenta al encontrarse en aguas naturales.

Definiciones

● **Calidad de agua:** El concepto de calidad de agua, se basa en la Directiva Marco del Agua de la Comunidad Europea (UE, 2007), que la define como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y cumpla unos determinados objetivos de calidad ecológica, que van más allá de evaluar los requerimientos para un uso determinado. (2)

● **Humedal:** los humedales se incluye una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses. (3)

● **Clasificación del agua según decreto 3930 de 2010.**

Tabla 1. Clasificación de las aguas naturales (1)

Tipo de agua natural	Definición
Aguas Continentales	Cuerpos de agua que se encuentran en tierra firme, sin influencia marina.
Aguas costeras o interiores	Son las aguas superficiales que sirven para medir la anchura del mar territorial y la línea de la más baja marea promedio
Aguas marinas	Las contenidas en la zona económica exclusiva, mar territorial y aguas interiores con su lecho y subsuelo de acuerdo con la normatividad vigente en la materia
Aguas meteóricas	Aguas que están en la atmósfera.
Aguas oceánicas	Las comprendidas entre las líneas de base recta y los límites de la zona económica exclusiva, de conformidad con el derecho internacional.
Aguas servidas	Residuos líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial

Materiales y Métodos

Esta revisión está basada en una búsqueda de artículos y documentos publicados en la revista NOVA, revista Caldasia, UNED Research Journal, Libro Colombia Diversidad Biótica IX y documentación que data de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, Ministerio de ambiente de la República de Colombia y documentación externa.

Bacterias indicadoras de contaminación del agua

Las bacterias indicadoras de contaminación fecal del agua deben cumplir con algunos parámetros para ser catalogados como tal, estos son: (4)

- Ser un constituyente normal de flora intestinal de individuos sanos
- Estar presente, de forma exclusiva, en heces de animales homeotérmicos
- Estar presente cuando los microorganismos patógenos intestinales lo están
- Presentarse en número elevado, facilitando su aislamiento e identificación.
- Debe ser incapaz de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos
- Su tiempo de supervivencia debe ser igual o un poco superior al de las bacterias patógenas, su resistencia a los factores ambientales debe ser igual o superior al de los patógenos de origen fecal.
- Debe ser fácil de aislar y cuantificar
- No debe ser patógeno

Las bacterias utilizadas normalmente para ser indicadoras de contaminación en el agua son:

- **Coliformes Totales:** Es adecuado como indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del

tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente (5), pero también hay que tener en cuenta que las bacterias Coliformes Totales son bacterias presentes en el medio ambiente, puede estar en la superficie del agua por lo cual no siempre su origen será intestinal. Su identificación en aguas superficiales deja ver fallas en el tratamiento y la integridad del sistema de distribución.(6)

- **Escherichia coli:** Constituye el género y especie dominante de la flora aerobia del tubo digestivo, integrantes de flora normal y en diversas circunstancias pueden causar infecciones urinarias, septicemias y meningitis (7). no es infrecuente que se encuentre en el medio ambiente, donde son capaces de sobrevivir durante cierto tiempo en el agua y los alimentos. (8)

- **Enterococcus:** Los *Enterococcus* es un subgrupo de los Estreptococos fecales e incluye a especies como *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. gallinarum* y *S. avium*. Los Enterococos son diferenciados de otros estreptococos fecales por su habilidad de crecer en medios con 6,5% de Cloruro de Sodio, a pH 9,6, a 10° C y a 45°C. Debido a su resistencia a estos factores que permiten un mayor tiempo de supervivencia son considerados como indicadores de contaminación fecal antigua en contraste con la presencia de coliformes que indican contaminación fecal reciente. (9)

- **Pseudomonas:** La *P. aeruginosa* junto a *P. fluorescens* y *P. maltophilia* son bacterias que no se consideran autóctonas del agua, derivan generalmente de heces humanas y animales, su detección en aguas se relaciona con contaminación por descarga de aguas residuales por lo cual hay una relación bastante fuerte con la presencia de la bacteria y contaminación. (10)

- **Aeromonas:** El género *Aeromonas* es autóctono de ecosistemas acuáticos dulceacuícolas

causando infecciones en animales de sangre fría y caliente y en humanos; en los últimos años se reportan como agentes causales de infecciones intestinales y extraintestinales. (11) Se han descrito diversas especies del género *Aeromonas* en el hombre que infectan heridas. (12)

- ***Clostridium***: El número de *Clostridium* en el agua es mucho menor que el de coliformes o *Enterococcus* pero en aguas donde no hay presencia de estos géneros el *Clostridium* informa de contaminaciones no recientes. (13) Debido a las características que poseen los anaerobios sulfito-reductores es que se han propuesto como indicadores de contaminación de alto riesgo del agua. La ventaja más importante es que sus esporas sobreviven en el agua mucho más tiempo que los organismos del grupo coliforme (14)

Filtración por membrana

Es un método altamente reproducible que se fundamenta en hacer pasar la muestra de agua mediante vacío por un filtro de nitrocelulosa de 0.45 μm de diámetro de poro este para que las bacterias queden retenidas en ella; (15) posteriormente se deben colocar en un medio de cultivo específico para la bacteria que se quiera encontrar. (16)

BBL CRYSTAL

El sistema de identificación BD BBL CRYSTAL es un sistema miniaturizado que requiere solamente de un paso para su incubación. Una vez inoculado los paneles proveen un sencillo y seguro sistema cerrado, posteriormente se realiza una incubación de 24 horas a 37 grados centígrados y se realiza la identificación del microorganismo mediante un código en el software que provee BD. (17)

Zonas de Estudio

- ***Ciénaga Mata de Palma***

La ciénaga Mata de Palma está alimentada por los arroyos paraluz y garrapato, este último proviene del área minera de la mina pribbenow propiedad de la Drummond Corp.

Ávila y Estupiñan (2009), realizaron un estudio en la ciénaga para evaluar la calidad bacteriológica en dos épocas contrastantes de los años 2006 y 2007, tomando 12 muestras en el agua superficial y fueron procesadas por la técnica de filtración por membrana e identificadas las bacterias mediante el método BBL CRYSTAL. (18)

- ***Humedales Arcial, El Porro y Cintura (Río San Jorge) y los humedales Bañó, pantano bonito, y charco pescado (Río Sinú)***

Ávila y Estupiñan (2010), realizaron un estudio en los humedales Arcial, el porro y Cintura allegados a la cuenca del Río San Jorge y los humedales Bañó, pantano bonito y charco pescado allegados al río Sinú en el departamento de Córdoba en Colombia, allí recolectaron 18 muestras en total distribuidas en los humedales y haciendo el estudio en épocas contrastantes del año 2006. Utilizaron el método de filtración por membrana e identificación bioquímica semi automatizada por la técnica BBL CRYSTAL. (19)

- ***Humedal Jaboque***

En el Humedal Jaboque se han realizado dos estudios, en el 2006 Ávila y Estupiñan realizaron un diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua tomando 13 muestras siguiendo el método de muestreo estipulado en el decreto 475 de 1998 derogado posteriormente por el decreto 1575 de 2007 (20), utilizaron la técnica de filtración por membrana e identificación por BBL CRYSTAL (21).

El segundo estudio realizado por Ávila et al, (2014) fue la evaluación de la calidad bacterio-

lógica del agua del humedal jaboque posterior a una intervención realizada por el gobierno distrital de la ciudad de Bogotá (22), donde se hizo la toma de muestra en los mismos 13 puntos del estudio realizado en 2006 donde se vio una mejoría en la calidad bacteriológica del agua y se logró evidenciar que la intervención fue satisfactoria, allí se utilizaron los métodos de filtración por membrana e identificación por BBL CRYSTAL. (23)

● *Humedal Gualí*

El Humedal Gualí-tres esquinas se encuentra en la cordillera oriental del territorio Colombiano, en la parte central de esta cordillera sobre la sabana de Bogotá en cercanía a los municipios de Tenjo, Funza y Mosquera en el departamento de Cundinamarca, este humedal es un espacio óptimo para la recreación familiar, educación ambiental y vida silvestre. (24) El estudio realizado en este humedal por Cepeda J. et al (2016) fue con una toma de 14 muestras a lo largo del humedal, el análisis de las bacterias se hizo según lo estipulado por la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos, (25) utilizando el método de filtración por membrana y el método de identificación bioquímica BBL CRYSTAL. (26)

● *Humedal Salitre*

El origen de este humedal es reciente y fue construido como un lago artificial para recreación familiar, ubicado dentro del antiguo parque de diversiones El Salitre, inaugurado en 1973; La intervención y nuevo modo de operar del parque de diversiones dejó a un lado el uso de este cuerpo de agua que con el paso de los años fue colonizado por vegetación acuática. (27) El estudio realizado por Dávila y Hernández en 2015 en el cual se tomaron 10 puntos para toma de muestra recomendados por la dirección del humedal, las muestras fueron procesadas bajo el método de Filtración por membrana y las bacterias aisladas fueron identificadas mediante el método semiautomatizado BBL CRYSTAL. (28)

● *Humedal la Conejera*

El Humedal La Conejera es el humedal insignia de la ciudad de Bogotá, fue allí donde nació el movimiento ambiental en defensa de los humedales, pasó de ser de uno de los ecosistemas más afectados en los años noventa, a ser uno de los más recuperados en la actualidad.

Cuenta con la mayor biodiversidad de los humedales de Bogotá y es el único lugar en el mundo donde se encuentra la Margarita de pantano (*Senecio carbonelli*).

En el año 2012 la Secretaría de Ramsar lo seleccionó como uno de los 14 mejores sitios en el mundo para hacer turismo sostenible. (29) El estudio realizado por Chávez, S y colaboradores en 2013 describe que se tomaron 20 muestras a lo largo del humedal y estas muestras fueron procesadas por el método de filtración por membrana y su identificación realizada por el método de BBL CRYSTAL. (30)

● *Parque Natural Chicaque*

El Parque Natural Chicaque se encuentra ubicado al suroccidente de la Sabana de Bogotá, en la vertiente occidental de la cordillera oriental y conforma la cuenca alta de la quebrada la playa, dentro de la cuenca media del Río Bogotá (31), Avila y Estupiñan realizaron un estudio de la calidad sanitaria del agua de la quebrada La Playa ya que de esta proviene el 100% del agua destinada al consumo humano en el parque(32) y un punto en la quebrada Chicaque, en total fueron tomadas 11 muestras, procesadas por el método de filtración por membrana y las bacterias aisladas de allí fueron identificadas por BBL CRYSTAL.(33) Además de ello Avila et, al realizaron un estudio con indicadores bacterianos no habituales en calidad de aguas naturales, allí se emplearon los criterios para puntos de recolección de muestras establecidos en la resolución 0811 de 2008 (34), utilizaron para el procesamiento de las muestras la técnica de Filtración por membrana y la identificación de bacterias fue realizada por BBL CRYSTAL. (35)

• *Bahía de Cartagena.*

Se conecta con el mar Caribe por dos entradas Bocagrande y Bocachica, siendo esta última la principal ruta de acceso al puerto. En la bahía confluyen distintas fuentes de agua contaminada provenientes de los asentamientos humanos (cerca de 1'000.000 de habitantes aproximadamente), y de actividades marítimas (Agua de lastre o de sentinas). Las aguas residuales domésticas de la ciudad de Cartagena, son eliminadas en dos puntos principales y alcanzan un volumen de 120.000 m³ /día. (36). En el año 2013 se hizo un estudio para evaluar la calidad microbiológica del agua en esta bahía utilizando el método de filtración por membrana, se hizo el muestreo en siete estaciones distribuidas en la bahía, cabe destacar que este estudio se hizo en temporada seca. Las estaciones que presentaron mayor concentración de *Enterococcus* sp fueron Bosque y Sociedad portuaria, con 560 UFC/100ml y 180 UFC/ 100ml respectivamente.

• *Ciénaga de la Virgen (Cartagena, Colombia).*

Cartagena está rodeada por tres cuerpos de agua, la bahía de Cartagena, la Ciénaga de la Virgen y el mar Caribe, los cuales constituyen un importante recurso natural para las comunidades que habitan la ciudad debido a la realización de diferentes actividades económicas, tales como la pesca, el transporte, el embarque, el turismo y la asimilación de desperdicios(37). En los años 2006 y 2010 Maldonado y colaboradores hicieron un estudio de la calidad del agua de la Ciénaga de la Virgen utilizando como indicadores de contaminación los coliformes fecales y totales, las muestras se procesaron por filtración por membrana. Los datos obtenidos muestran que no hubo una variación respecto a los coliformes totales, ya que la ubicación de esta ciénaga está cerca a la población y por ende hay descarga directa de aguas residuales afectando así la calidad del agua. (38)

Resultados

En los estudios se logró visualizar la presencia de Coliformes Totales y *E. coli* que son los indicadores que acepta la normatividad según la resolución 2115 de 2007 por lo cual estas aguas analizadas no son aptas para el consumo humano (39), para el uso agrícola se debe tener en cuenta que el decreto 1594 de 1984 derogado por el decreto 3930 de 2010 estipula que los coliformes totales no deberán exceder de 5000 UFC/100 mL cuando se utilice el recurso para riego de frutas que se consuman sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto. (40).

Discusión

Los estudios revisados de la calidad en las aguas naturales de los lugares anteriormente mencionados muestran una preocupación en la calidad de las aguas ya que se evidencia la presencia de los indicadores de contaminación estipulados por la ley y unos indicadores que aunque no son considerados por la ley, deberían de ingresarlos ya que tienen facultades distintas a *E. coli* y Coliformes Totales, las bacterias descritas en este artículo podrán ser ingresadas para tal fin tal como lo sugieren Ávila et al.(35).

La calidad Bacteriológica del agua es muy importante en ámbitos de salud pública ya que se han aislado bacterias que generan varias patologías de importancia clínica tales como:

- *Acinetobacter baumannii*: produce Sepsis, Neumonías y Meningitis (41).
- *Acinetobacter Iwoffii*: Produce infecciones del tracto respiratorio, Urinario, Sepsis y Meningitis (42).
- *Hafnia alvei*: Produce Diarrea y gastroenteritis. (43)
- *Serratia marcescens*: Infección oportunista

- en personas con fibrosis quística. (44)
 - *Klebsiella oxytoca*: Bronquitis y Neumonía. (45)
 - *Escherichia coli*: síndrome urémico hemolítico, septicemia, meningitis o enfermedades gastrointestinales.(46)
 - *Enterococcus faecalis*: Bacteriemia en inmunocomprometidos.(47)
 - *Pseudomonas aeruginosa*: Neumonía en inmunocomprometidos(48) , y presente en agua de hemodiálisis (49)
 - *Vibrio sp.*: colitis ulcerosa, infección de tejidos, peritonitis, neumonía la enfermedad de Crohn y sepsis (50)
 - *Klebsiella pneumoniae*: Infección de tracto urinario, infección respiratoria.(51)
 - *Yersinia pestis*: La peste (52)
 - *Yersinia enterocolitica*: gastroenteritis febril (53)
6. IDEAM, determinación de escherichia coli y coliformes totales en agua por el método de filtración por membrana en agar chromocult [Internet], consultado: 25 octubre 2017 disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>
 7. Corrales, L., et al, Bacteriología teoría y práctica, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2013.
 8. Instituto colombiano de normas técnicas y certificación. NTC-ISO 4772 Calidad del Agua. Detección y recuento de E. coli y Bacterias coliformes parte I. Método de Filtración por Membrana. Bogotá. 2000.
 9. Marchand, E.,Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima metropolitana, [Internet], disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/809/1/Marchand_pe.pdf , consultado: 25 octubre 2017
 10. De vicente, A., et al, Relationship between Pseudomonas aeruginosa and bacteria indicators in polluted natural waters Wat. Sc. Tech, 1991;24 :121,124
 11. González, M, et al, Aeromonas sp.: patógenos emergentes a considerar en aguas, Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente Año 4, No. 6, 2004 ISSN:1683-8904.
 12. Castro, G., et al, el género Aeromonas, ¿Un género importante en México?, Enfermedades infecciosas y microbiología, 22, 206-216
 13. Edberg, S., et al, Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination II Indicators and monitoring parameters for parasites. Crit, Rev, microbial, 1997;23: 179-206
 14. Gesche, G., et al, Eficiencia de Anaerobios sulfito-reductores como indicadores de calidad sanitaria de agua. Método de Número Más Probable (NMP), Arch. med. vet. v.35 n.1 Valdivia ene. 2003
 15. Páez, L., validación secundaria del método de filtración por membrana para la detección de Coliformes Totales y Escherichia coli en muestras de aguas para consumo humano analizadas en el laboratorio de salud pública del Huila, Pontificia Universidad Javeriana, 2008.

Referencias

1. Republica de Colombia, Decreto 3930 de 2010 [Internet], Consultado: 25 octubre 2017 Disponible en: www.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/dec_3930-2010_reglamenta_agua_y_residuos_liquidos.pdf
2. Tetay C., et al, Estudio Nacional del Agua 2014 IDEAM [Internet], Consultado: 26 octubre 2017 Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf
3. Convencion RAMSAR, Manual de la convencion RAMSAR, 4ta edicion, disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf Consultado: 26 octubre 2017
4. Fernández, A, Molina, M, Alvarez, A, Alcántara, M, Espigares, A, Transmisión feco-hídrica y virus de la hepatitis A, Higiene y sanidad Ambiental, 2001; 1: 8-24
5. Arcos, M., et, al., Indicadores Microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua, revista NOVA, Vol. 3, núm. 4 (2005).

16. Suarez, K., Validación del método filtración por membrana para análisis microbiológico de Coliformes Totales y Escherichia coli en aguas marinas, Bol. Cient. CIOH 2015; 33:215-220
17. Becton Dickinson, BD, BBL CRYSTAL Identification system-BD, disponible en: <https://www.bd.com/en-us/offers/capabilities/microbiology-solutions/identification-and-susceptibility-testing/bbl-crystal-identification-system>, consultado 26 octubre 2017.
18. Ávila. S, Estupiñan. S., Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el departamento del Cesar, Colombia., Revista NOVA, PÁGS. 85 - 91 / 124 2009
19. Ávila, S., Estupiñan., S., Evaluación de la calidad microbiológica del agua de los humedales Arcial, el porro y cintura (Río San Jorge) y los humedales Bañó, pantano bonito y charco pescao (Río Sinú) en el departamento de Córdoba, Colombia., Colombia Diversidad biótica IX, Universidad Nacional de Colombia, 2010.
20. Republica de Colombia, decreto 1575 del 2007 disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30007#35> consultado: 27 octubre 2017
21. Avila, S., Estupiñan, S., Calidad bacteriológica del agua del humedal de jaboque, bogotá, colombia., Revista Caldasia 28 (1): 67-78 2006
22. Ávila, S., Estupiñan, S., Efecto del plan de manejo ambiental sobre la calidad microbiológica del agua del Humedal Jaboque, Bogotá, Colombia., Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2014.
23. Avila, S., et al, La calidad bacteriológica del agua del humedal jaboque (bogotá, colombia) en dos épocas contrastantes, Revista Caldasia, 36 (2): 323-329 2014
24. Corporación Autónoma regional de Cundinamarca –CAR, fundación para la conservación del patrimonio natural - biocolombia, convenio no. 149-03. [internet] 2013. Disponible en: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/02/fundacion-para-la-conservacion-del-patrimonio-natural-biocolombia>, consultado 28 octubre 2017
25. Environment agency, The Microbiology of Drinking Water (2002) - Part 3 - Practices and procedures for laboratories [Internet] Disponible en: [http://www.standingcommitteeofanalysts.co.uk/library/The%20Microbiology%20of%20Drinking%20Water%20\(2002\)%20-%20Part%203%20-%20Practices%20and%20procedures%20for%20laboratories.pdf](http://www.standingcommitteeofanalysts.co.uk/library/The%20Microbiology%20of%20Drinking%20Water%20(2002)%20-%20Part%203%20-%20Practices%20and%20procedures%20for%20laboratories.pdf) consultado 28 octubre 2017
26. Avila et, al., diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua del humedal gualí tres esquinas, funza, cundinamarca, U. Colegio Mayor de Cundinamarca, 2016.
27. Torres, M., Humedales construidos: una alternativa para recuperar funciones ecológicas de los humedales naturales de bogotá d.c., UDCA, Bogotá, 2016
28. Dávila y Hernández, Calidad Bacteriológica del agua del humedal el salitre, Bogotá D.C Colombia, Prueba Piloto., Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2015.
29. Fundación Humedales de Bogotá, Humedal la Conejera [Internet], Consultado 28 octubre 2017. Disponible en: <http://humedalesbogota.com/humedal-la-conejera/>
30. Chávez, S., et al, caracterización bacteriológica de la calidad del agua del humedal la conejera bogota dc. año 2013, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2013.
31. Página web Parque Natural Chicaque, www.chicaque.com
32. Comunicación Personal. Dr. David Escobar. Subgerente Parque Natural Chicaque. 2013. consultado 28 octubre 2017
33. Avila, S., Estupiñan , S., Calidad Sanitaria del agua del parque natural Chicaque, Revista NOVA, Vol. 11, núm. 20 (2013).
34. Ministerios de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Resolución 0811, [Internet], disponible en: http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205a-b80e521292987c313699c/resolucion_811_2008.pdf, consultado: 28 oct 2017
35. Ávila S., et al, Indicadores Bacterianos no habituales de la calidad de aguas naturales, UNED Research

- Journal, vol 5 núm 2 2014 283-287.
36. Salcedo H. Calidad del agua de la Bahía de Cartagena en relación con la distribución espacial de Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Enterococcus* sp durante la temporada seca del 2013. Universidad de San Buenaventura. Consultado 02 Nov 2017. Disponible en: [bibliotecadigital.usb.edu .co/ bitstream/10819/2251/1/Calidad%20del%20%20agua%20de%20la%20Bah%C3%ADa%20de%20Cartagena_Guillermo%20Salcedo_USBCTG_2014.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2251/1/Calidad%20del%20%20agua%20de%20la%20Bah%C3%ADa%20de%20Cartagena_Guillermo%20Salcedo_USBCTG_2014.pdf)
 37. Beltran P. (2003). Bocana estabilizada de marea como proceso aeróbico de autodepuración en la Ciénaga de la virgen. . Publicado en la red en el 2003. Consultado el 02 de nov de 2017. [www.bvsde.paho .org/bvsacd/agua2003/depu.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/depu.pdf)
 38. Maldonado, W, Baldiris, I, Díaz, J. Evaluación de la calidad del agua en la Ciénaga de la Virgen (Cartagena, Colombia) durante el período 2006-2010. Revista Científica Guillermo de Ockham 2011;9(2):79-87.
 39. Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial resolución número 2115 [Internet] consultado 28 octubre 2017 disponible en: <http://www.ins.gov.co/tramites-y-servicios/programas-de-calidad/Documents/resolucion%202115%20de%202007,MPS-MAVDT.pdf>,
 40. Corrales, L., Sánchez L., Escucha, F., Determinación de la presencia de bacterias patógenas para el humano en aguas de riego en la cuenca alta de la sabana de Bogotá; D.C. Colombia, Revista NOVA . 2014; 12 (21): 179–186
 41. Zúñiga A., et al, Relación entre virulencia y resistencia antimicrobiana en *Acinetobacter baumannii*, Vol.8 No. 14 - julio - diciembre de 2010: 121 - 240
 42. Brooks G., et al, Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg, Manual Moderno, México 2005.
 43. De Frutos, M., et al, Descriptivo de *Hafnia alvei* aisladas en coprocultivo: aproximación a su valoración en clínica, Servicio de Microbiología, Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid, 2017.
 44. Lata C., et al, Epidemiology and Clinical Outcomes of *Serratia marcescens* Infections in Adults With Cystic Fibrosis, Open Forum Infectious Diseases, Volume 3, Issue suppl_1, 1 December 2016, 1228.
 45. Puerta, A., Enterobacterias, Unidad de Enfermedades Infecciosas. Servicio de Medicina Interna. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Albacete. España, 2010.
 46. *Escherichia coli* enterohemorrágica y síndrome urémico hemolítico en argentina Revista medicina (Buenos Aires) 2004; Vol.64: 352-356
 47. Bacteriemia por *Enterococcus faecalis*. Fernández F.et al revista clinica española 2004 Vol. 204 244-250
 48. Global Prospective Epidemiologic and Surveillance Study of Ventilator-Associated Pneumonia due to *Pseudomonas aeruginosa*, Critical Care Medicine: October 2014 - Volume 42 - Issue 10 - p 2178–2187
 49. Importancia sanitaria de *Pseudomonas aeruginosa* en agua de hemodiálisis y su desinfección, Revista Cubana de Salud Pública. 2014;40 (2):201-214
 50. Celulitis y sepsis grave por *Vibrio cholerae* O1 no toxigénico Cellulitis and severe sepsis due to non-toxigenic *Vibrio cholerae* O1 Sabater S. et al Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica 2013;31:488-9
 51. Vargas, J., Echeverri L., K. pneumoniae: ¿la nueva "superbacteria"? Patogenicidad, epidemiología y mecanismos de resistencia, Universidad Pontificia Bolivariana, 2010.
 52. La peste, enfermedad infectocontagiosa reemergente Pedroso P Revista Cubana de Medicina General Integral 2010; 26(2)360-375
 53. *Yersinia enterocolitica* en la materia fecal de 6 pacientes pediátricos de la ciudad de Córdoba Revista argentina de microbiología (2010) 42: 79