



***Diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua del P.E.D.H el Burro,  
Bogotá, Colombia.***

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA  
TRABAJO DE GRADO  
Bogotá, 2019**



***Diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua del P.E.D.H el Burro,  
Bogotá, Colombia.***

**Nayib Halaby Hernández**

**Karent Margarita Ricaurte Bernal**

**Jhon Henry Rodríguez Matiz**

**Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico  
Trabajo de Grado  
Bogotá, 2019**

## **DEDICATORIA**

*A Dios por brindarme la oportunidad de ser partícipe de esta experiencia tan enriquecedora brindándome salud y sabiduría para sacar adelante cada reto y alcanzar mis metas; por los triunfos que me ha ayudado a obtener y por todos aquellos momentos difíciles que he superado y me han dejado un aprendizaje.*

*A mis padres Raul Ricaurte y Margarita Bernal por ser tan maravillosos padres por brindarme absolutamente todo lo que he necesitado durante toda mi vida, por su apoyo incondicional, por impulsarme durante toda mi formación personal y profesional, por ser mi mayor ejemplo, por sus palabras llenas de sabios consejos, por su amor y dedicación*

*A mí ángel que aunque no esté físicamente conmigo sé que desde el cielo me cuida y guía para seguir cada día adelante siendo una de mis mayores motivaciones.*

*A mis compañeros que más que amigos son familia por tan buena comunicación que con una sola mirada logramos decirnos más que con una sola palabra, por su infinita paciencia, consejos, vivencias, por cada aventura juntos, por cada uno de esos inconvenientes que nos han fortalecido y porque gracias a esa unidad logramos terminar este proyecto de grado siendo por ahora uno de los mayores triunfos.*

*A la profesora Sandra Mónica Estupiñán quien fue fundamental para obtener este triunfo, por ser un gran ejemplo, por brindarme sus conocimientos, su amistad, apoyo y consejos que son muy importantes para mi crecimiento personal y profesional.*

*A P.C.P., Y.I.L.L. y J.P., por brindarme sus conocimientos y consejos que nos ayudaron a entablar una bonita amistad.*

**Karent Margarita Ricaurte Bernal**

---

*A mi madre Estela Hernández, mi padre Karym Halaby y mi hermano Karym Halaby Jr por su constante apoyo y acompañamiento en cada ciclo de mi vida y vivencias universitarias donde me han reflejado su amor, Cariño y don de vida para llevar un buen camino y darme un pensamiento crítico y reflexivo ante la vida y sus ocurrencias diarias.*

*A mis compañeros Karent y Jhon por el gran equipo de trabajo formado para sacar adelante esta investigación y muchas cosas más en la universidad junto con la amistad forjada, ya que las bases y las ganas de ir siempre mas allá nos ha unido y nos ha dado la oportunidad de estar en eventos y permitirnos soñar con más investigación.*

*A Nicolás Garay, Lina Gómez, Angela Hernández y Jhoana Lozada por ser esas personas en las cuales se puede confiar y que realmente estuvieron siempre ante las dificultades de la vida personal y universitaria.*

*A la profesora Mónica Estupiñán por su comprensión, guía, sabiduría, amistad y don de docencia además de darnos siempre animo en cada momento tanto como profesora de la temible Parasitología como nuestra profesora asesora donde la veo como una gran amiga y persona..... Simplemente Gracias.*

**Nayib Halaby Hernández**

---

*A quién dedico estos cinco años de estudios y este trabajo de grado principalmente es a mi mamá y a mi papá, mi mayor fuente de inspiración y a quienes agradezco todo su amor, apoyo emocional, sentimental y económico.*

*A Andrea Rodríguez, gracias por estar en los momentos más difíciles de mi vida y ser mi amiga viajera en esta vida*

*A mi gran amiga y confidente Diana Argoty, definitivamente en ti encontré un tesoro.*

*Como olvidar a mis amigas y colegas: Lorena “Le Sec”, “Juani”, y mi “picrata alcalina”, con las cuales compartí momentos felices, tristes y de ansiedad, de risas y de llanto, las llevo en mi corazón.*

*A la profesora Mónica Estupiñán, por su amor a la docencia e investigación.*

**Jhon Henry Rodríguez Matiz**

---

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a Dios por habernos permitido culminar nuestro proyecto de investigación y por la amistad que a lo largo de este camino del aprendizaje nos acompañó.

A la profesora Sandra Mónica Estupiñan quien nos brindó su apoyo transmitiéndonos sus conocimientos y ayudándonos a crecer personal y profesionalmente, por la confianza que depositó en nosotros, su disposición y motivación brindada durante todo el proceso de desarrollo de este proyecto.

Agradecemos al Laboratorio Central de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, en especial al personal del laboratorio por proporcionar los recursos y espacio para lograr desarrollar la parte experimental.

A la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá por abrirnos las puertas del Humedal el Burro para realizar nuestro proyecto de investigación.

A la ingeniera Adriana Obando por habernos permitido realizar nuestro proyecto de investigación en el P.E.D.H el Burro, además por permitirnos socializar nuestro trabajo con la comunidad.

A la intérprete del P.E.D.H El Burro Leidy Ochoa, por acompañarnos en nuestras visitas al humedal y darnos a conocer la biodiversidad de este hermoso lugar, además por amar su profesión y por enseñarle a la comunidad la importancia de este tipo de ecosistemas.

A la profesora Yalile Ibeth López por el amor a la docencia, por brindarnos su amistad y ser una persona maravillosa, te queremos.

A la profesora Patricia Cifuentes por ser aquella profesora que incita a seguir en este camino de la Bacteriología, Profesora gracias por ser una gran persona, tu amistad es vital.

Por último, queremos agradecer a todos los que nos apoyaron y motivaron para sacar adelante el proyecto de grado

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	Página 12
INTRODUCCIÓN.....	Página 13
1. ANTECEDENTES.....	Página 15
2. MARCO REFERENCIAL.....	Página 17
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	Página 35
3.1. Universo, población, muestra.....	Página 35
3.2. Hipótesis, variables, indicadores.....	Página 35
3.3. Técnicas y procedimientos.....	Página 36
4. RESULTADOS.....	Página 42
5. DISCUSIÓN.....	Página 49
6. CONCLUSIONES.....	Página 53
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	Página 54
8. ANEXOS.....	Página 63

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Marco Legal, Convenciones de los Humedales.....</b>	<b>Página 20</b>
<b>Tabla 2 Marco Legal, Políticas Nacionales de los Humedales.....</b>	<b>Página 21</b>
<b>Tabla 3 Marco Legal, Políticas Distritales de los Humedales.....</b>	<b>Página 22</b>
<b>Tabla 4 Fauna presente en el P.E.D.H El Burro.....</b>	<b>Página 26</b>
<b>Tabla 5 Flora del P.E.D.H. El Burro.....</b>	<b>Página 30</b>
<b>Tabla 6 Puntos de toma de muestra, sus coordenadas y su orden....</b>	<b>Página 37</b>
<b>Tabla 7 Controles Positivos y Negativos utilizados en la investigación.....</b>	<b>Página 39</b>
<b>Tabla 8 Medios de cultivo deshidratados utilizados para el método de Filtración por Membrana.....</b>	<b>Página 40</b>
<b>Tabla 9 Resultados de la toma de muestra del P.E.D.H. El Burro en temporada seca y de lluvias.....</b>	<b>Página 42</b>
<b>Tabla 10 Promedios de los recuentos de indicadores de contaminación en los sectores muestreados.....</b>	<b>Página 43</b>
<b>Tabla 11 Bacterias aisladas en las muestras del P.E.D.H El Burro en temporada seca.....</b>	<b>Página 47</b>
<b>Tabla 12 Bacterias aisladas en las muestras del P.E.D.H El Burro en temporada de lluvias.....</b>	<b>Página 48</b>

## Índice de Imágenes

Imagen 1 Foto P.E.D.H el Burro.....	Página 15
Imagen 2 Almacenamiento de agua y control de inundaciones.....	Página 17
Imagen 3 Almacenamiento de nutrientes por la vegetación.....	Página 17
Imagen 4 Humedales de Bogotá.....	Página 22
Imagen 5 Tingua azul.....	Página 24
Imagen 6 Tingua de pico amarillo.....	Página 25
Imagen 7 Tingua de pico rojo.....	Página 25
Imagen 8 Monjita sabanera.....	Página 25
Imagen 9 Sirirí.....	Página 25
Imagen 10 Búho Listado.....	Página 26
Imagen 11 Cardenal.....	Página 26
Imagen 12 Rana Sabanera.....	Página 26
Imagen 13 Colibrí Chillón.....	Página 27
Imagen 14 Culebra Sabanera.....	Página 28
Imagen 15 Lulo.....	Página 29
Imagen 16 Junco.....	Página 29
Imagen 17 Espadaña.....	Página 30
Imagen 18 Kikuyo.....	Página 30
Imagen 19 Albizia de plumas.....	Página 31
Imagen 20 Curuba.....	Página 31
Imagen 21 Sitios de toma de muestras.....	Página 35

## Índice de Graficas

Gráfica 1 promedio de recuento de indicadores de contaminación en época seca y de lluvia.....	Página 43
Gráfica 2 Recuento de Indicadores de Contaminación.....	Página 44
Gráfica 3 promedio sectorizado de recuento de <i>Coliformes Totales</i> en época seca y de lluvia.....	Página 45
Gráfica 4 promedio sectorizado de recuento de <i>E. coli</i> en época seca y de lluvia.....	Página 45
Gráfica 5 promedio sectorizado de recuento de <i>Pseudomonas Sp.</i> en época seca y de lluvia.....	Página 46
Gráfica 6 promedio sectorizado de recuento de <i>Enterococcus Sp.</i> en época seca y de lluvia.....	Página 46



## UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

### FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

#### PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA.Y LABORATORIO CLÍNICO

#### Diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua del P.E.D.H. el Burro, Bogotá, Colombia.

#### RESUMEN

Los humedales son ecosistemas fundamentales para Bogotá, ya que son hábitat de varias especies, controlan y previenen inundaciones y producen oxígeno, entre otros, por lo tanto, se deben mantener, conservar y preservar. El P.E.D.H (Parque Ecológico Distrital Humedal) el Burro se ubica en la localidad de Kennedy, este no cuenta con investigaciones en el área de ciencias ambientales, solo hay estudios acerca del ámbito social; tiene una alta contaminación por basuras y vertimiento de aguas residuales, lo que provoca malos olores y sirve de reservorio para diferentes vectores transmisores de enfermedades que afectan la salud pública. Este proyecto tuvo como objetivo determinar la calidad bacteriológica del agua del humedal el burro, mediante los indicadores coliformes totales, *E. coli*, *Enterococcus* y *Pseudomonas*, en dos épocas climáticas (temporada seca y temporada lluvia), con el fin de contribuir al inventario ecológico de la secretaría distrital de ambiente y a la toma de decisiones en cuanto a su manejo ambiental y su conservación. Los resultados obtenidos dejan ver que el agua del P.E.D.H El Burro no es apta para consumo humano, uso doméstico, recreativo o agrícola, pero con un tratamiento convencional según lo mostrado en la temporada de lluvias podría ser utilizada para estos fines.

**PALABRAS CLAVES:** Humedal, Filtración por membrana, Calidad bacteriológica, coliformes totales, coliformes fecales.

**Estudiantes:** Nayib Halaby Hernández, Karent Margarita Ricaurte Bernal, Jhon Henry Rodríguez Matiz

**Docente:** Sandra Mónica Estupiñán Torres Institución Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

**Fecha 17 de Agosto de 2018**

## INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia ambiental, ya que son cuna de la diversidad biológica y fuentes de agua. Estos ecosistemas representan grandes beneficios para el hombre, animales y plantas, ya que brindan a la población suministro de agua dulce, alimentos y biodiversidad, además tienen diferentes funciones como: el control de inundaciones, mitigación del cambio climático, regulación de los ciclos hidrológicos, control de erosión con la retención de sedimentos y nutrientes, entre otros.

El agua es un recurso vital para la supervivencia del ser humano, por ende, es necesario evaluar la calidad bacteriológica de este tipo de ecosistemas, ya que gran parte de las enfermedades infecciosas a nivel mundial, se generan por el consumo directo e indirecto de agua contaminada por materia fecal y por residuos orgánicos e inorgánicos, lo que genera un impacto en la salud pública afectando la calidad de vida de las personas.

En la actualidad, Bogotá cuenta con 15 humedales reconocidos; mediante el Acuerdo 19 de 1994, el concejo de Bogotá declaró como reservas ambientales naturales a los humedales del distrito capital y el Decreto 190 de 2004, confirió la responsabilidad de mantener, recuperar y conservar los humedales a la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), y se otorgó la identificación como parques ecológicos distritales de humedal a todos los humedales de Bogotá.

Uno de los humedales la ciudad es el P.E.D.H el Burro, este humedal hacía parte de la Hacienda Techo, propiedad de la compañía de Jesús y el seminario conciliar San José de Bogotá hasta el año 1993 donde se iniciaría su proceso de parcelación. El Humedal presenta una extensión de aproximadamente 31 hectáreas y una capacidad de almacenamiento de 101.00 m<sup>3</sup> con relación a la producción de la subcuenca que es de 238 m<sup>3</sup>

El P.E.D.H el Burro, está ubicado en la localidad de Kennedy en Bogotá D.C., alrededor de este ecosistema se han formado barrios como Valladolid, Monterrey, El Castillo, Tintala, El Tintal, entre otros, tiene varias problemáticas como la fragmentación del humedal por la Avenida Ciudad de Cali, asentamientos y construcciones legales e ilegales en rondas del humedal, vertimiento de aguas residuales y contaminación por los escombros, basuras y otros residuos que van a parar directamente en las aguas del humedal, lo cual afecta el espejo de agua, el entorno y el hábitat de muchos animales. Por las razones anteriormente descritas, las personas que viven alrededor del humedal el Burro, ven en él un problema y no tienen en cuenta el beneficio que este ecosistema trae para la comunidad.

En el presente proyecto tuvo como objetivo evaluar la calidad bacteriológica del agua del P.E.D.H el burro, mediante la determinación de *Coliformes totales*, *E. coli*, *Pseudomonas spp* y *Enterococcus spp* en dos épocas del año. Se utilizó la técnica de filtración por membrana y para la identificación bacteriana se usaron los paneles BBL Crystal; se realizó una comparación de los resultados obtenidos en las dos épocas del año (época seca y época lluvia) para evaluar las posibles variaciones de los recuentos bacteriológicos, debidas a estos fenómenos climáticos, a través de este proyecto de investigación se pudo determinar el estado actual del humedal, contar con más información a fin de que se tomen medidas para disminuir los impactos en la salud del medio ambiente, de los habitantes del sector y de esta manera vigilar por la conservación de este cuerpo de agua. Asimismo, esta investigación aporta datos acerca de la calidad bacteriológica para estudios futuros en donde se podrán realizar comparaciones y evaluar diferencias con respecto a variables como el tiempo.

Adicionalmente, se realizó una sensibilización a la comunidad que vive en cercanías al Parque Ecológico Distrital El Burro, para que conozcan la importancia de este tipo de ecosistemas y las funciones que ellos desempeñan en el cambio climático que es una realidad actual, además de darles a conocer la biodiversidad que acompaña a este humedal y las consecuencias y alteraciones que se generan en el humedal por arrojar basuras, escombros y contaminación.

## 1.0 ANTECEDENTES

Durante los últimos años ha sido de interés realizar estudios para evaluar la calidad bacteriológica del agua en ecosistemas como los humedales, manglares, ríos y quebradas con el fin de mantener la biodiversidad de estos ambientes naturales que son de vital importancia para los seres vivos. Respecto a los humedales, se han realizado algunos estudios como son:

Rita S. W. Yam et al. 2015. Evaluaron la transformación que han tenido los humedales durante el paso de los años y las consecuencias del crecimiento urbano sobre los microorganismos, la fauna y la flora. (1)

Pramod K Pandey et al. 2014. Realizan un estudio de la contaminación antropogénica de distintos afluentes acuáticos como lo son ríos, lagos, reservorios y humedales. En este estudio se realizó el aislamiento de bacterias patógenas en los afluentes, mediante estudios moleculares. (2)

Narváez S. Gómez M. Acosta J. 2008. Realizaron un estudio entre 2004 y 2007, con el fin de conocer la calidad sanitaria de la Ciénaga Grande de Santa Marta en la cual se alojan siete poblaciones carentes de un sistema de saneamiento básico adecuado y hay vertimiento de desechos directamente a la ciénaga. Se utilizó el método de Número más probable de coliformes y se encontró concentraciones máximas de coliformes de 9000 NMP/ml. (3)

Tirado M. et al 2011. Realizaron la caracterización ambiental de la ciénaga La Quinta localizada en Cartagena de Indias, el cual es un gran ecosistema marino. Este hace parte del sistema de caños y lagos interno de la ciudad. Se hizo una medición de coliformes totales y fecales por medio del recuento indirecto en tubos múltiples de fermentación y se encontraron valores entre 4.450 y 4.600 NMP/ml y 1.500 y 1.900 NMP/ml, respectivamente. Estos datos concluyen que los valores elevados de coliformes totales y fecales no se puede dar un uso recreativo de la ciénaga ya que esta calidad de agua no es óptima y el contacto con ella acarrea problemas de salubridad y enfermedades por contaminación acuática. (4)

Ávila S. Estupiñán S. 2009. El estudio realizado en la ciénaga Mata de Palma, ubicada en el departamento del Cesar, concluye que el exceso de bacterias presentes en el agua hace del agua de esta ciénaga no apta para el consumo humano, no puede emplearse para uso agrícola y tampoco como lugar de recreación. (5)

Ávila S. Estupiñán S. 2006. En este trabajo se evaluó la calidad microbiológica del agua de los Humedales Arcial, El Porro y Cintura (Río San Jorge), y los Humedales Baño, Pantano Bonito y Charco Pescao (Río Sinú) en el departamento de Córdoba,

y se encontraron elevados recuentos de coliformes totales, mientras que el recuento de coliformes fecales fue muy bajo. (6)

Ávila S. Estupiñán S. 2006. Reportaron que el agua del humedal Jaboque, ubicado en la ciudad de Bogotá, contiene un alto número de Coliformes Totales, por ende, no debe ser usado para fines de consumo humano, doméstico, recreativo y agrícola. (7)

Chávez S. Gómez L. Montana M. 2013. En este trabajo de grado se evaluó la calidad bacteriológica del agua del humedal de la conejera en la localidad de suba durante época seca y de lluvias. En este proyecto se logró ver que había dos formas de contaminación del agua, las descargas directas de agentes contaminantes a los cauces del agua y por contaminación difusa. Hubo toma de 20 muestras en temporada seca y de 20 muestras en temporada de lluvia siguiendo el método de filtración por membrana y posteriormente aisladas en agares m-FC para *E. coli*, Endo para coliformes totales, Azida para *Enterococcus* y cetrimide para *Pseudomonas*. Su identificación se hizo por el método bioquímico BBL Crystal. Concluyeron que hay una mayor presencia de agentes contaminantes en temporada seca llegando a un máximo de 80000 UFC/ml. (8)

Dávila Sara S. Hernández Marcela P. 2015. Realizaron un estudio de la calidad bacteriológica del agua del Humedal Salitre, ubicado al occidente de Bogotá. Se evaluaron diez puntos de muestreo abarcando desde el cuerpo de agua del humedal, la técnica utilizada para la elaboración de este estudio fue por el método de filtración de membrana y la identificación de los microorganismos, se realizó por pruebas bioquímicas rápidas de BBL Crystal. Los resultados obtenidos en este estudio revelaron un recuento significativo de *Pseudomonas*, hubo un alto recuento de *Escherichia coli* y *Enterococcus*. *E.coli* fue hallado en todos los puntos de muestreo. Los resultados de este estudio fueron entregados a la Fundación de humedales Bogotá, para tomar medidas y hacer un plan de manejo ambiental, y así mejorar la calidad del agua de este ecosistema. (9)

## 2.0 MARCO REFERENCIAL

Los humedales son ecosistemas de gran importancia para la vida, ya que en ellos se alberga una gran cantidad de fauna y flora, están constituidos por un cuerpo de agua permanente o provisional. La convención RAMSAR, describe a este ecosistema como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. (10)

En la actualidad existen más de 2200 humedales en el mundo, ya sean humedales costeros o continentales (11). La convención RAMSAR tiene protegidos todos estos lugares para su preservación, en la actualidad el país que tiene el mayor número de sitios protegidos por esta organización es el Reino Unido (170 sitios) y México (142 sitios). En América del Sur el país que presenta un mayor número de sitios es Bolivia, el cual presenta 148.000 km<sup>2</sup> bajo la protección de esta organización. (12)

Colombia presenta cerca de 20.000.000 de hectáreas de humedales representados por ciénagas, pantanos y turberas, madre viejas, lagunas, sabanas y bosques inundados, los cuales proveen múltiples bienes y servicios para el desarrollo de las actividades económicas, así como a las comunidades locales. (13)

### **Imagen 1 Foto P.E.D.H el Burro autoría propia**



Los humedales históricamente han sido importantes en el territorio colombiano, ya que los indígenas lo utilizaban como reservorios de agua y además les brindaba diversos alimentos (14). En la actualidad los humedales son considerados uno de los ecosistemas biológicamente más diversos, ya que en él se encuentra una gran

variedad de especies, en él habitan muchas aves y reptiles, además se encuentra una gran diversidad de plantas. A pesar de su importancia, los humedales se encuentran amenazados por el desarrollo inmobiliario turístico e industrial (15).

Los humedales están constituidos por diversos componentes físicos, químicos, biológicos, tales como el suelo, agua, especies animales y vegetales. Cada uno de estos componentes permite que el humedal desempeñe diversas funciones, como lo son:

El control de inundaciones, mediante el almacenamiento de las precipitaciones (16) o según la convención Ramsar reteniendo las precipitaciones fuertes, así evitando posibles inundaciones.

Los humedales almacenan el agua en el suelo o la retienen en la superficie de lagos, pantanos, etc, reduciendo la necesidad de construir molestas y costosas obras de ingeniería para tal fin. (17)

Retención de nutrientes, esta función está presente, cuando los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo se acumulan en el subsuelo o se almacenan en la vegetación del humedal. Los humedales que remueven los nutrientes mejoran la calidad del agua y ayudan a prevenir la eutrofización.

Abastecimiento de agua, los humedales pueden usarse para fuentes de agua para el consumo humano, cría de animales y en la agricultura.

Son claves para la lucha contra el cambio climático, así como lo describe la World Wildlife Fund, exaltando el valor que tiene este ecosistema, como sumideros de carbono más eficaces del planeta, que son claves en la regulación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, ayudan a las comunidades a adaptarse a los impactos del clima cambiante, pues funcionan como barreras contra las subidas en el nivel del mar, inundaciones, sequías y ciclones (18).



**Imagen 2 Almacenamiento de agua y control de inundaciones Autoría Propia**



**Imagen 3 Almacenamiento de nutrientes por la vegetación Autoría Propia**

## 2.0.1 Normativa internacional de los humedales

**Tabla 1 Marco Legal, Convenciones de los Humedales. Autoría Propia**

<b>Convención RAMSAR</b>	La Convención de Ramsar sobre los Humedales se elaboró como medio, para llamar la atención internacional sobre el ritmo con que los hábitats de humedales estaban desapareciendo, en parte debido a la falta de comprensión de sus importantes funciones, valores, bienes y servicios. La misión de la Convención de Ramsar, adoptada por las Partes en 1999 y revisada en 2002, es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (19).
<b>CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	Actualmente 186 países hacen parte de esta convención. Esta convención obliga a todos sus signatarios a establecer programas nacionales de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a presentar informes periódicos sobre ellos. (20)

## 2.0.2 Normativa nacional de los humedales

La Corte Constitucional de Colombia ha catalogado los humedales como áreas de especial importancia ecológica y ambiental, gracias a la adhesión de Colombia al Convenio Ramsar el Estado ha reconocido el valor social, ambiental y ecológico de este tipo de ecosistemas y así instaurar leyes para su preservación, cuidado y conservación (21). En la siguiente tabla se describen las normativas vigentes en Colombia:

**Tabla 2 Marco Legal, Políticas Nacionales de los Humedales. Autoría Propia**

<p><b>Decreto 2811 de 1974</b></p>	<p>En el artículo 1, se establece: “El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social”. Este decreto tiene como principal objetivo lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional (22)</p>
<p><b>Ley 357 de 1997</b></p>	<p>Mediante la Ley 357 del 21 de enero de 1997, el Congreso de la República de Colombia aprobó la «Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas», suscrita en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971, la cual fue declarada exequible por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-582 de 1997. Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional con relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y</p>

	atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).(23)
<b>Resolución 0157 de 2004</b>	Los humedales son bienes de uso público, sin perjuicio de lo dispuesto por el Código Civil, el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y el Decreto 1541 de 1978, en relación con las aguas no marítimas o continentales. Las autoridades ambientales competentes deberán elaborar y ejecutar planes de manejo ambiental para los humedales prioritarios de su jurisdicción, los cuales deberán partir de una delimitación, caracterización y zonificación para la definición de medidas de manejo con la participación de los distintos interesados. El plan de manejo ambiental deberá garantizar el uso sostenible y el mantenimiento de su diversidad y productividad biológica. (24)

## 2.0.3 Normativa Distrital de Humedales

**Tabla 3 Marco Legal, Políticas Distritales de los Humedales**

<b>Acuerdo 19 de 1994, del concejo de Bogotá</b>	Por el cual se declaran como reservas ambientales naturales los humedales del distrito capital
<b>Decreto 190 de 2004, Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Concejo de Bogotá</b>	Por el cual se otorga la responsabilidad de mantener, recuperar y conservar los humedales a la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB) y se otorga la identificación como parques ecológicos distritales de humedal a todos los humedales de Bogotá, incluyendo el humedal del Burro.

<b>Decreto 062 del 14 de marzo de 2006, Alcaldía Mayor de Bogotá</b>	Se establecen mecanismos y lineamientos para la elaboración y ejecución de los planes de manejo ambiental para los humedales ubicados dentro del perímetro urbano del Distrito Capital.
<b>Decreto 624 de 2007, Alcaldía Mayor de Bogotá</b>	Se adoptan la visión, objetivos y principios de la política de humedales del distrito capital
<b>Resolución 4383 de 2008, Secretaría Distrital de Ambiente</b>	Se aprueba el plan de manejo ambiental del humedal del Burro

#### **2.0.4 Humedales de Bogotá**

Los humedales de Bogotá son ecosistemas de gran importancia biológica, social, cultural y dentro de la estructura ecológica principal forman parte del sistema de áreas protegidas, la cual es “el conjunto de espacios con valores singulares para el patrimonio natural”, cuya conservación resulta indispensable para el funcionamiento de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la evolución de la cultura en el Distrito Capital (25). Además de su importancia desde el punto de vista ecológico, los humedales son de gran importancia a nivel socioeconómico, por sus múltiples funciones, valores y atributos, los cuales son esenciales para la sociedad en su conjunto. Sin embargo, la alteración de su equilibrio natural por actividades antrópicas tiene un costo económico, social y ecológico (26).

Los humedales que existen en la sabana y el Distrito Capital pertenecen a la cuenca del río Bogotá, hacen parte del sistema geográfico del Altiplano Cundiboyacense, el más importante al norte de la cordillera de los Andes. Constituyen un lugar estratégico en el continente para el paso de las aves acuáticas migratorias.

Los humedales han formado parte de la sabana de Bogotá hace miles de años y son el resultado de la desecación paulatina del antiguo lago que cubrió el territorio. Se calculó que de las cincuenta mil hectáreas que cubrían los humedales en la Sabana hasta 1940, hoy solo quedan aproximadamente mil quinientas. Actualmente en Bogotá existen 15 humedales reconocidos (Imagen 4) y 18 no reconocidos en diferentes localidades de la ciudad.

# HUMEDALES DE BOGOTÁ

1. Tibanica (localidad de Bosa)
2. La vaca (Kennedy)
3. El Burro (Kennedy)
4. Techo (Kennedy)
5. Capellania (Fucha)
6. Meandro del Say (Fontibón).
7. Santa Maria del Lago (Engativá).
8. Córdoba (Suba)
9. Jaboque (Engativá)
10. Juan Amarillo (Suba)
11. La Conejera (Suba)
12. Torca-Guaymaral (Usaquén-Suba)
13. El Salitre (Barrios Unidos)
14. Tunjo (Tunjuelo).
15. La Isla (Tunjuelo)



**Imagen 4 humedales de Bogotá Tomado de: Asociación ambiente y sociedad disponible en: <http://www.ambienteysociedad.org.co/es/los-15-humedales-reconocidos-de-bogota/>**

En el Distrito Capital se encuentra el Humedal El Burro, el cual se ubica en la localidad de Kennedy, en la zona semiseca del suroccidente de la ciudad de Bogotá D.C., hace parte de la cuenca hidrográfica del río Tunjuelo. A pesar de estar fragmentado en dos sectores por la Avenida Ciudad de Cali, es uno de los humedales reconocidos por su gran belleza paisajística (27).

El humedal el burro, según la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, hace parte de la Hacienda Techo, propiedad de la compañía de Jesús y el seminario conciliar San José de Bogotá hasta el año 1993 donde se iniciaría su proceso de parcelación. (28)

El Humedal presenta una extensión de aproximadamente 31 hectáreas en forma alargada, existe una diversidad de suelos que tienen su origen aluvial debido a que su formación proviene de los sedimentos de las crecientes del río Bogotá en épocas antiguas; el humedal posee una capacidad de almacenamiento de 101.00 m<sup>3</sup> con relación a la producción de la subcuenca que es de 238 m<sup>3</sup>. (28)

En la actualidad este cuerpo de agua ha perdido más de la tercera parte de su tamaño original, por lo cual su funcionalidad como receptor de agua ha ido disminuyendo considerablemente además que en las áreas que no se ha urbanizado legalmente el humedal hay depósitos de residuos de construcción y basuras provenientes de las construcciones ilegales de viviendas que ayudan a la contaminación y mayor afectación del humedal.

### **2.0.5 Problemática del humedal el Burro**

Con el desarrollo urbano de este sector hacia el occidente y la construcción de grandes vías como la Avenida de la Américas y la Avenida ciudad de Cali en la década de los 30, se produjo una afectación en los humedales, lo que llevó a una fragmentación y por ende una afectación en la fauna y flora de este ecosistema. (29)

La fragmentación del Humedal El Burro, ocurre en dos porciones desiguales, siendo la fracción oriental la más grande con 13.84 has y la occidental la más pequeña con una extensión de 4.15 has, rodeada por predios en los cuales se han intensificado la construcción de unidades habitacionales (30). En 1956 la extensión aproximada del humedal era de 171.54 ha, área que se redujo hasta llegar a 18.8 ha en la actualidad.

En 1961 el proyecto de Ciudad de Techo (hoy Kennedy) generó otro problema para la conservación de los humedales, con el desarrollo de barrios periféricos de origen espontáneo, como Patio Bonito o Britalia, todos ellos construidos sobre la ronda y el cuerpo de agua de los lagos y humedales del sector. (29)

En la actualidad el Humedal el Burro presenta diversos factores que afectan la calidad del agua del Humedal, como son:

- \* Ingreso de aguas combinadas producto de conexiones erradas, en el sector sur oriental, sobre el canal Los Ángeles.
- \* Llegada de basuras, sedimentos y otros residuos sólidos a través del canal mencionado.
- \* Presencia esporádica de ganado, especialmente en la porción occidental del humedal.
- \* Taponamiento por basuras y demás residuos sólidos del Box Couvert (túnel subterráneo de paso hidráulico que permite el paso vehicular por la avenida Ciudad de Cali) que une los dos sectores del humedal fraccionado por la Av. Ciudad de Cali. (30)
- \* Impactos generados por la actividad urbana que se desarrolla en las zonas adyacentes al humedal (31)
- \* Fragmentación del humedal en dos sectores
- \* Déficit Hídrico (30)

Recientemente en el año 2001 se han realizado trabajos de saneamiento ambiental en donde se han instalado alcantarillados que permiten reducir la cantidad de aguas negras que llegan al Humedal del burro. (29)

## 2.0.6 Fauna del Humedal el Burro

Una de las características de los humedales es que permiten el cuidado, conservación y reproducción de una amplia variedad de mamíferos, reptiles y aves. (62). En el P.E.D.H El Burro habitan un gran número de especies que interactúan con el cuerpo del agua del humedal, algunas especies endémicas habitan este ecosistema como lo son Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*), el Cucarachero de Pantano (*Cistothorus apolinari*) y el Chamicero (*Synallaxis supbudica*). Las dos primeras se encuentran amenazadas. Otras especies residentes cuyas poblaciones representan endemismos locales habitan en estos ambientes ellas son: el Pato Turrio (*Oxyura jamaicensis andina*), La Tingua Moteada Sabanera (*Gallinula melanops bogotensis*) (63)

Cabe destacar que la contaminación del cuerpo del humedal y la terrización del humedal, trae consecuencias graves, como lo es la extinción local de algunas especies particularmente de ambiente acuático (64). En la siguiente tabla se describen algunas de las especies que habitan el P.E.H.D El Burro:

**Tabla 4. Fauna presente en el P.E.D.H El Burro. Autoría Propia**

Imagen	Nombre científico	Nombre común	Generalidades
 Tomada de Fundación de Humedales de Bogotá	<i>Porphyrio martinicus</i>	Tingua azul	Es un ave migratoria de color verde azulado, con pico y patas largas de color amarillo. Su tamaño es mediano, alcanzando hasta los 33 centímetros en edad adulta (32). Se alimenta principalmente de semillas, larvas y arañas acuáticas. (33)

 <p>Tomada de Fundación de Humedales de Bogotá</p>	<p><i>Fulica americana colombiana</i></p>	<p>Tingua de pico amarillo</p>	<p>Especie que habita en todo el continente americano y que para el caso de Colombia existe una subespecie conocida con el nombre científico <i>Fulica americana colombiana</i> y comúnmente llamada Focha. Es de las tinguas más comunes en los Humedales de Bogotá. (32)</p>
 <p>Tomada de Fundación de Humedales de Bogotá</p>	<p><i>Gallinula chloropus</i></p>	<p>Tingua de pico rojo</p>	<p>Su dieta es variada, incluye mucho tipo de material vegetal y animal que encuentra en el humedal. (33)</p>
 <p>Tomada de</p>	<p><i>Agelaius icterocephalus bogotensis</i></p>	<p>Monjita sabanera</p>	<p>Se alimentan de las semillas del junco, (<i>Scirpus californicus</i>) ocultos en el botoncillo consumen algunos insectos. (33)</p>
 <p>Tomada de Fundación de Humedales de</p>	<p><i>Tyrannus melancholicus</i></p>	<p>Sirirí</p>	<p>El sirirí es un ave que se encuentra en casi todas las regiones del país, desde el nivel del mar hasta las regiones montañosas, siendo</p>

Bogotá			relativamente común en las ciudades. (34)
	<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho Listado	Es una especie principalmente de áreas abiertas con árboles aislados como Sabanas, potreros, y humedales despejados. Durante el día duerme en matorrales bajos sobre el suelo; caza en vuelo o desde perchas expuestas como cables de luz, abalanzándose sobre presas como pequeños mamíferos, insectos grandes y a veces aves y lagartijas (35)
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cardenal	El <i>Pyrocephalus rubinus</i> presenta amplia distribución geográfica. Habita en lugares abiertos si en ellos hay cierta cantidad de árboles o arbustos distanciados entre sí. (36)
	<i>Dendropsophus labialis</i>	Rana Sabanera	<i>Dendropsophus labialis</i> se encuentra en la Cordillera Oriental de Colombia. Su

			<p>distribución geográfica históricamente ha sido atribuida a los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander y Norte de Santander, entre los 2000 y 3600 m.s.n.m. (37)</p>
	<p><i>Colibri coruscans</i></p>	<p>Colibrí Chillón</p>	<p>Colibrí coruscans se distribuye en ambas laderas de los Andes Orientales y Centrales de Colombia entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar; hasta el presente no se ha registrado en la Cordillera Occidental. Colibri coruscans es una especie bastante adaptada a la presencia del hombre; en Bogotá se observa con frecuencia en los Jardines donde existen plantas con flores productoras de néctar. (38)</p>

	<p><i>Atractus crassicaudatus</i></p>	<p>Culebra Sabanera</p>	<p>Históricamente sobre la Sabana, se conocen registros de dos especies de serpientes. Una de ellas es abundante, aún dentro la ciudad de Bogotá (<i>Atractus crassicaudatus</i>, una especie minadora, activa en las horas de la noche). (39)</p>
---	---------------------------------------	-------------------------	--

### 2.0.7 Flora del Humedal el Burro

La flora ha sido importante desde el contexto histórico para nuestros indígenas, los humedales para ellos representaban un lugar sagrado porque este ecosistema les proveía alimentos. (65)

En el P.E.D.H El Burro se encuentran especies vegetales como la enea, junco, papiro, sombrillita de agua, botoncillo, lenteja de agua y otras especies vegetales que son muy importantes para el adecuado funcionamiento del humedal. Además, las plantas acuáticas juegan un papel importante para el ecosistema, ya que permiten la regulación de la calidad del agua, absorben y liberan nutrientes y facilitan la diversificación del hábitat (66).

En la siguiente tabla, se describen algunas especies vegetales presentes en el P.E.D.H El Burro y su distribución:

**Tabla 5. Flora del P.E.D.H. El Burro. Autoría propia. \*Imágenes tomadas del catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.**

Imagen	Nombre científico	Nombre Común en Colombia	Generalidades	Distribución en el humedal

	<p><b>Solanum marginatum</b></p>	<p><b>Lulo</b></p>	<p>. Habita en clima cálido y templado desde 100 a 3.100 msnm. Está asociada a terrenos de cultivo temporal y de riego, bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios, bosques de encino, de pino, mixtos de pino-encino y bosques de juníperos. (33)</p>	
	<p><b>Schoenoplectus californicus</b></p>	<p><b>Junco</b></p>	<p>El junco posee una distribución cosmopolita, estando presente en zonas templadas y cálidas de América, Eurasia, Australia, Tazmania y Nueva Zelanda; encontrándose en áreas abiertas permanentemente húmedas. Esta especie ha mostrado ser muy adaptable a</p>	

			los hábitats de los humedales costeros. (40).	
	<b>Typha spp</b>	<b>Espadaña, anea, enea, nea, junca, junco</b>	Las Typhas son hierbas graminoides que llegan a medir de 1,5 a 3 m de alto. Son acuáticas enraizadas y crecen emergiendo sobre el agua. (33)	 El Burro
	<b>Pennisetum clandestinum</b>	<b>Kikuyo, quicuyo, picuyo, pasto africano</b>	Pasto perenne y rastrero, de tallos erectos o semi erectos que pueden llegar a alcanzar alturas hasta de 70 cm. Presenta entrenudos cilíndricos y glabros de 1-2 cm de longitud. (33)	 El Burro
	<b>Albizia lophantha</b>	<b>Albizia de plumas y acacia plumosa.</b>	Árboles de unos 25 m de altura, de copa aparasolada. Hojas alternas, bipinnadas, de 4,5 a 27 cm, estípulas libres. Pecíolo de 1,8 a 11 cm de longitud, acanalado	 El Burro

			convexo; pinnas y foliolillos opuestos.	
	<b>Passiflora tripartita</b>	<b>Curuba</b>	Es originaria de América y se encuentra distribuida en las zonas frías de los Andes suramericanos; se cultiva desde el norte de Argentina hasta México, principalmente, en Colombia y Venezuela. <b>(41)</b>	

 Presencia de la especie en los PEDH

## 2.0.8 Bacterias Indicadoras de contaminación

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

- 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. (42)

Los Indicadores de agua contaminada avalados por la normativa nacional amparados en la resolución 2115 de 2007 son:

- ***Escherichia coli***

Es una bacteria estrictamente intestinal, indicadora específica de contaminación fecal, se caracteriza por la producción de indol a partir de triptófano, oxidasa negativa, no hidroliza la urea y presenta actividad de las enzimas  $\beta$ -galactosidasa y  $\beta$ -glucuronidasa. Este microorganismo se encuentra presente en las heces de humanos y animales de sangre caliente en concentraciones entre  $10^8$  y  $10^9$  Unidades formadoras de colonias (UFC)/g de heces (43). 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. No es infrecuente que se encuentre en el medio ambiente, donde son capaces de sobrevivir durante cierto tiempo en el agua y los alimentos. (42)

- ***Coliformes Totales:***

Pertencen a la familia *Enterobacteriaceae*, son bacterias Gram negativas, no esporoformadoras, oxidasa negativa, con capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que a temperatura especificada de  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  causan fermentación de lactosa con producción de gas. Poseen la enzima B-galactosidasa. (44)

Constituyen aproximadamente el 10 % de los microorganismos intestinales de los seres humanos y otros animales. Se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de agua, vegetación y suelos), no están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud. Son considerados indicadores de degradación de los cuerpos de agua. En aguas tratadas estas bacterias funcionan como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen, indican que hubo fallas en el tratamiento, en la distribución o en las propias fuentes (43).

Las bacterias indicadoras de contaminación que no contempla la resolución 2115 de 2007 a menos que el mapa de riesgo lo dictamine junto a la aprobación de las autoridades sanitarias y autoridades ambientales son las siguientes: (45)

- ***Pseudomonas Spp.***

El grupo *Pseudomonas* está constituido por bacilos aerobios Gram negativos móviles, algunos de los cuales producen pigmentos solubles en agua. Las especies del género *Pseudomonas* se identifican gracias a varias características fisiológicas.

Una de las propiedades más notables de *Pseudomonas* es la gran variedad de compuestos orgánicos que utilizan como fuente de carbono y energía (46). Las fuentes primarias de contaminación por *Pseudomonas spp.* son el agua y el suelo. (47)

- ***Enterococcus Spp.***

*Enterococcus* son bacterias Gram positivas que habitan en el interior del tracto gastrointestinal de una variedad de organismos, incluyendo al hombre. Pueden encontrarse también en el tracto genitourinario y en la saliva. (48)

Los *Enterococcus* es un subgrupo de los *Streptococcus* fecales e incluye a especies como *S. faecalis*, *S. faecium*, *S. gallinarum* y *S. avium*. Los *Enterococcus* son diferenciados de otros *Streptococcus* 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. (42)

### 3.0 DISEÑO METODOLÓGICO

El presente estudio se llevó a cabo en el P.E.D.H el Burro, ubicado al suroccidente de Bogotá, en la localidad de Kennedy. Se tomaron 20 muestras tanto en época seca y época de lluvia, el acompañamiento y reconocimiento del humedal estuvo a cargo de una intérprete ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente del Distrito.

#### 3.1. Universo, población, muestra

-UNIVERSO: El universo será el Humedal del Burro en toda su extensión.

-POBLACIÓN: Será el agua de la totalidad del humedal del burro.

-MUESTRA: Se tomaron 20 muestras de agua en distintos lugares de la extensión del humedal del burro en dos épocas del año (seca y de lluvia).

#### 3.2. Hipótesis, variables, indicadores.

**VARIABLES:**

**DEPENDIENTES**

Recuento bacteriológico de *Coliformes totales*, *Escherichia coli*, *Enterococcus* y *Pseudomonas*. INDICADOR: UFC/100 mL

### **INDEPENDIENTES:**

Calidad del agua.

Épocas climáticas (época de lluvia y época seca)

### **3.3. Técnicas y procedimientos.**

- **TOMA DE MUESTRAS**

La toma se realizó tal como lo dictamina la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 5667-2 de 1995 que provee la manera de realizar el muestreo con propósito de identificar las fuentes de contaminación del agua.

Se realizó un muestreo denominado Muestra Instantánea que es una muestra en sitio o también llamada muestra en cucharón, que es una muestra discreta tomada aleatoriamente (con relación al tiempo y lugar) en una masa de agua.

Las muestras tomadas en sitio se recogen la mayoría de veces manualmente y son recomendables si el flujo de agua no es uniforme y son esenciales para el objetivo de determinar si la calidad del agua cumple con los límites relacionados en leyes que dictaminan la calidad del agua (50).



**Imagen 21. Sitios de toma de muestras Google My Maps autoría propia**

En la siguiente tabla se encuentran los puntos por coordenadas en donde se tomaron las muestras en el orden en el cual se encuentran en el anterior mapa.

**Tabla 6. Puntos de toma de muestra, sus coordenadas y su orden. Autoría Propia.**

Punto y sector de toma	Coordenadas (DMM)
Punto 1 del sector 1	4.6386, -74.14882
Punto 2 del sector 1	4.63917, -74.14916
Punto 3 del sector 1	4.63962, -74.14929
Punto 4 del sector 1	4.63994, -74.1492

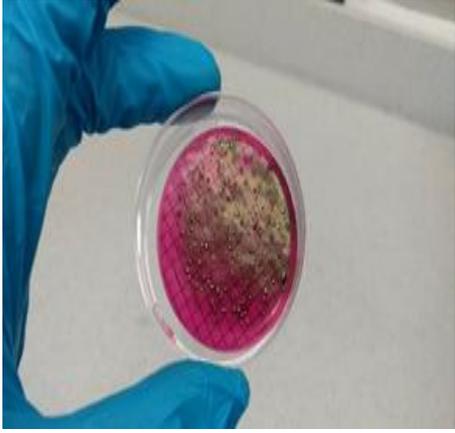
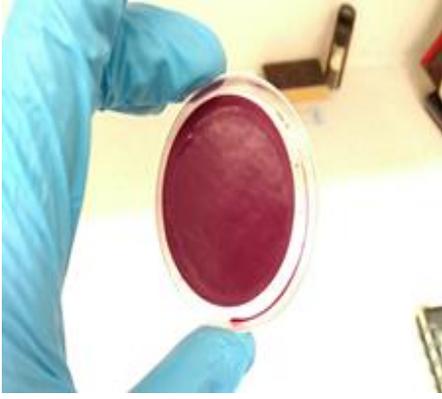
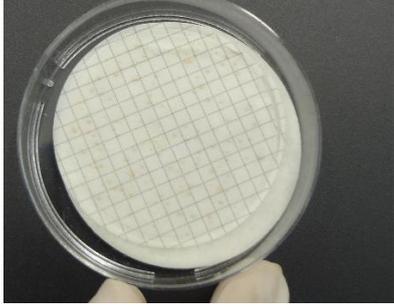
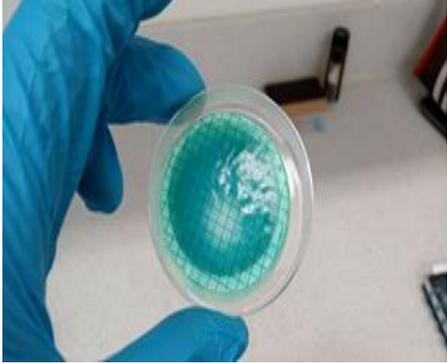
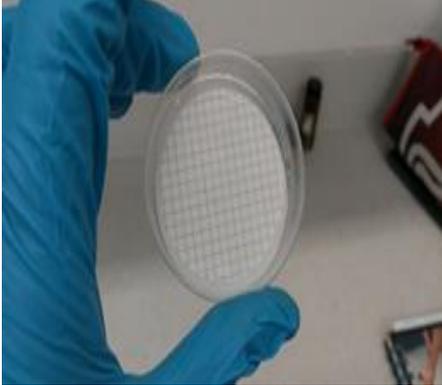
Punto 1 del sector 2	4.64046, -74.14904
Punto 2 del sector 2	4.64078, -74.14878
Punto 3 del sector 2	4.64125, -74.14906
Punto 4 del sector 2	4.64142, -74.14929
Punto 5 del sector 2	4.64202, -74.14955
Punto 6 del sector 2	4.64222, -74.14986
Punto 7 del sector 2	4.64242, -74.1503
Punto 1 del sector 3	4.64278, -74.15039
Punto 2 del sector 3	4.64325, -74.1506
Punto 3 del sector 3	4.64358, -74.15086
Punto 4 del sector 3	4.64379, -74.15107
Punto 5 del sector 3	4.64402, -74.15127
Punto 1 del Box Couvert	4.64433, -74.15151
Punto 2 del Box Couvert	4.64432, -74.15166
Punto 3 del Box Couvert	4.64426, -74.15173
Punto 4 del Box Couvert	4.64422, -74.15181

- **Filtración por membrana**

Es el método mediante el cual se atrapan microorganismos en una membrana compuesta de nitrocelulosa con poros de 0.45  $\mu\text{m}$ , gracias a estos poros se mantienen sobre la membrana microorganismos con tamaño mayor al del poro, esto sucede gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Las bacterias quedarán en la superficie de la membrana y luego se llevarán a un medio de enriquecimiento selectivo para la bacteria que se quiera aislar y tomar como indicadores de contaminación del agua (49).

Se utilizaron controles negativos y positivos. Entre los negativos está la agua destilada estéril, y los positivos cepas suministradas por el Cepario de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, las cepas de los controles positivos fueron: cepa de *E.coli*, cepa de *Pseudomonas* y cepa de *Enterococcus*.

**Tabla 7. Controles Positivos y Negativos utilizados en la investigación. Autoría propia.**

Cepa	CONTROL POSITIVO	CONTROL NEGATIVO
Cepa ATCC de <i>Escherichia Coli</i>		
Cepa ATCC de <i>Enterococcus</i>		
Cepa ATCC de <i>Pseudomonas</i>		

En la siguiente tabla se encontrarán los medios de cultivo utilizados para el sistema de filtración por membrana que son aptos para el aislamiento de los indicadores de contaminación utilizados en la investigación. Estos son los siguientes:

**Tabla 8. Medios de cultivo deshidratados utilizados para el método de Filtración por Membrana. Autoría Propia.**

NOMBRE DEL MEDIO	FUNDAMENTO	CONDICIONES DE INCUBACIÓN
Endo	medio selectivo que debido a la presencia de sulfito de sodio combinado con fuscina básica ocasiona la supresión parcial de los microorganismos Gram positivos. Los coliformes fermentan la lactosa produciendo colonias color rosa oscuro a rojizo algunas con color verde metálico, los microorganismos que no fermentan lactosa producen colonias incoloras o rosado pálido. (67)	la incubación de este medio se realizó bajo las condiciones de temperatura de 37°C entre 24 a 48 horas según el avistamiento de crecimiento de colonias.
Azida	Posee una abundante base nutritiva que permite el crecimiento de microorganismos exigentes. La azida sódico posee un efecto bacteriostático en la mayoría de microorganismos Gram negativos, pero permite el crecimiento de microorganismos Gram positivos tales como <i>Streptococcus</i> spp. y <i>Enterococcus</i> spp.(68)	La incubación de este medio se realizó bajo las condiciones de temperatura de 37°C de 48 a 72 horas
Cetrimide	Su formulación permite el crecimiento selectivo de <i>Pseudomonas</i> Sp. y estimula la formación de pigmentos, la peptona de gelatina aporta los nutrientes para el desarrollo microbiano. El cloruro de magnesio y el sulfato de potasio promueven la formación de piocianina, pioverdina y fluoresceína. La	La incubación de este medio se realizó bajo las condiciones de temperatura de 37°C de 24 a 48 horas

	Cetrimida es un detergente catiónico que actúa como inhibidor. (69)	
M-FC	El Azul de Anilina actúa como indicador de pH. Los coliformes, por su actividad fermentadora de lactosa, acidifican el medio generando colonias azules, mientras que los no fermentadores darán colonias grises. Las proteínas del hidrolizado de carne aportan la fuente de nitrógeno, la lactosa es el sustrato de fermentación diferenciador, las sales biliares inhiben a las bacterias Gram positivas. El Cloruro Sódico consigue la concentración osmótica adecuada. (70)	La incubación de este medio se realizó bajo las condiciones de temperatura de 45°C de 24 a 48 horas

- **BD 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 (42).

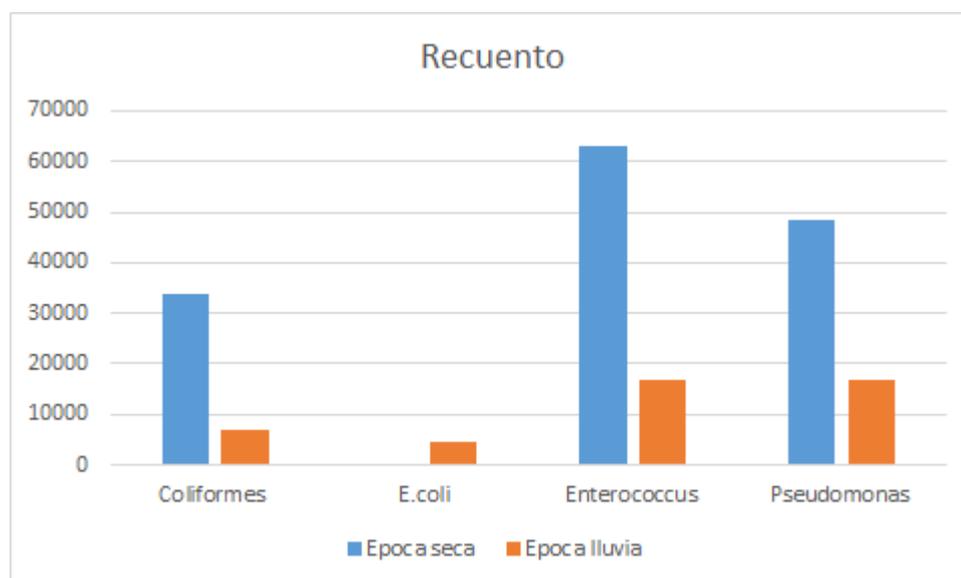
## 4.0 RESULTADOS

Los resultados encontrados en las muestras tomadas en temporada seca y de lluvias que fue realizada en el mes de septiembre y de diciembre del año 2017 respectivamente dictaminaron que realmente existe contaminación del agua y presencia de indicadores de contaminación del agua tal como se logra ver en la siguiente tabla

**Tabla 9. Resultados de la toma de muestra del P.E.D.H. El Burro en temporada seca y de lluvias. Autoría Propia.**

Muestras	Temporada Seca	Temporada de Lluvias	Temporada Seca	Temporada de Lluvias	Temporada Seca	Temporada de Lluvias	Temporada Seca	Temporada de Lluvias
	Endo (Coliformes Totales)	Endo (Coliformes Totales)	MFC (E. coli)	MFC (E. coli)	Azida (Enterococcus)	Azida (Enterococcus)	Cetrimide (Pseudomonas)	Cetrimide (Pseudomonas)
Mx1 Sector 1	160	30	-	140	45	>5700	162	>5700
Mx 2 Sector 1	85	42	-	10	114	52	119	>5700
Mx 3 Sector 1	11	>5700	-	>5700	103	>5700	>5700	>5700
Mx 4 Sector 1	>5700	>5700	-	>5700	480	>5700	>5700	>5700
Mx 1 Sector 2	231	>5700	-	>5700	39	204	24	>5700
Mx 2 Sector 2	192	24	-	7	53	0	>5700	158
Mx 3 Sector 2	75	10	-	25	38	0	145	101
Mx 4 Sector 2	36	1	-	0	10	0	264	25
Mx 5 Sector 2	82	3	-	1	50	0	>5700	6
Mx 6 Sector 2	210	0	-	2	70	292	>5700	92
Mx 7 Sector 2	>5700	7	-	6	>5700	31	>5700	65
Mx 1 Sector 3	59	9	-	0	9	1	194	6
Mx 2 Sector 3	65	1	-	0	91	0	>5700	5
Mx 3 Sector 3	76	6	-	0	55	88	>5700	21
Mx 4 Sector 3	50	0	46	0	33	>5700	94	4
Mx 5 Sector 3	26	5	-	1	54	14	169	26
Mx 1 Sector Box	30	3	44	0	36	10	340	33
Mx 2 Sector Box	41	4	-	2	53	5	67	31
Mx 3 Sector Box	39	3	-	1	55	0	164	30
Mx4 Sector Box	80	2	-	0	230	4	111	28

**Gráfica 1 promedio de recuento de indicadores de contaminación en época seca y de lluvia. Autoría propia.**

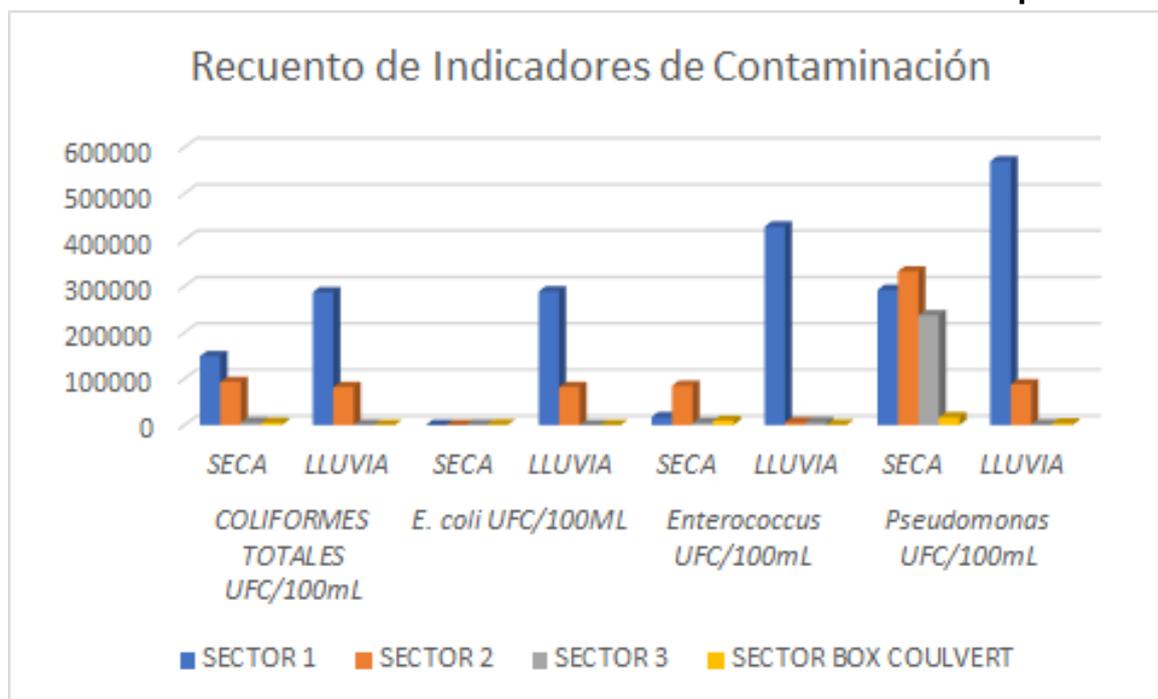


En la gráfica 1 se observa el recuento obtenido por cada uno de los indicadores de contaminación (*Coliformes*, *E.coli*, *Enterococcus* y *Pseudomonas*) tanto en época seca y en época de lluvia. El mayor recuento lo obtuvo *Enterococcus* en época seca (62928 UFC/100).

**Tabla 10. Promedios de los recuentos de indicadores de contaminación en los sectores muestreados. Autoría Propia.**

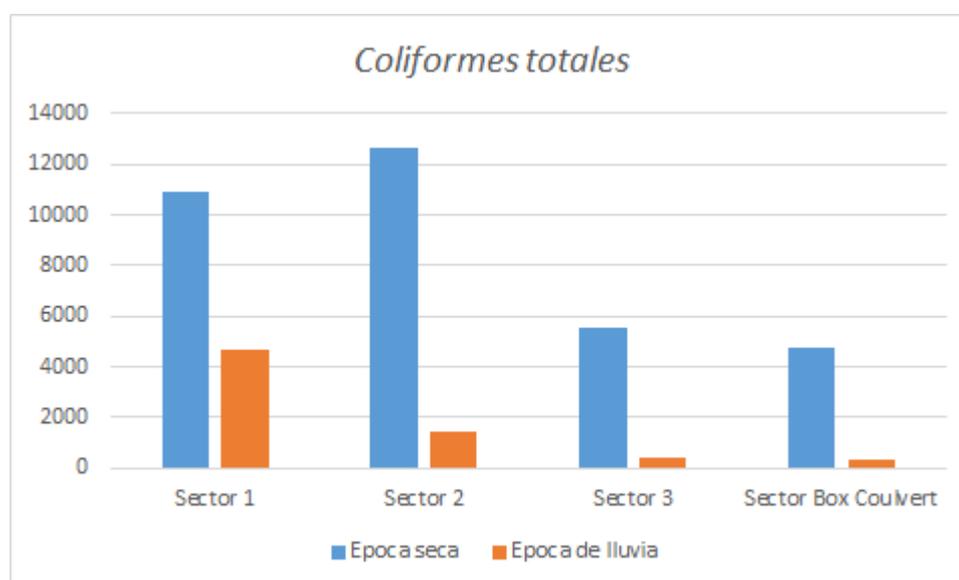
	<i>COLIFORMES TOTALES</i> UFC/100mL		<i>E. coli</i> UFC/100ML		<i>Enterococcus</i> UFC/100mL		<i>Pseudomonas</i> UFC/100mL	
	SECA	LLUVIA	SECA	LLUVIA	SECA	LLUVIA	SECA	LLUVIA
SECTOR 1	148900	286800	0	288700	17300	428800	292000	570000
SECTOR 2	93200	82000	0	82000	85100	5800	331900	87800
SECTOR 3	5520	420	920	20	4840	5803	237140	1240
SECTOR BOX COULVERT	4750	300	1100	75	9350	475	17050	3050

**Gráfico 2 Recuento de Indicadores de Contaminación. Autoría Propia.**



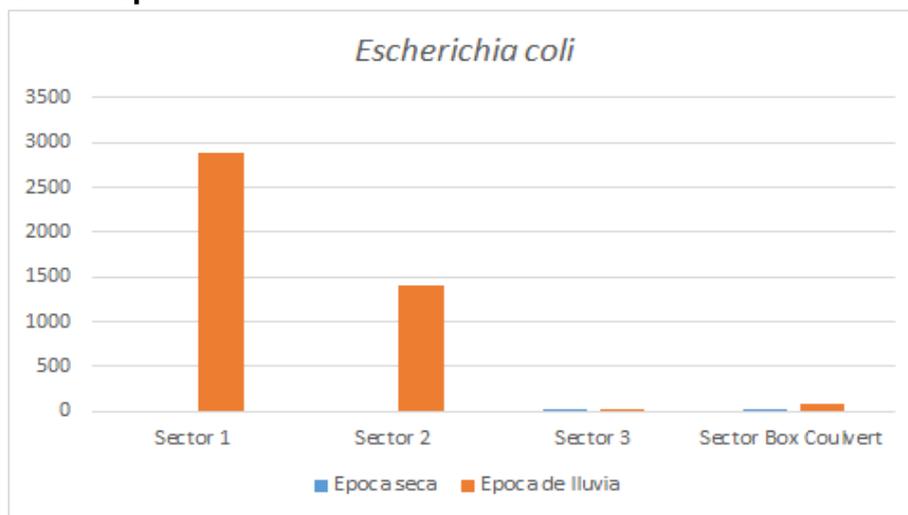
En el Gráfico 2 se logra observar esquemáticamente los promedios de los recuentos de los indicadores de contaminación utilizados en el estudio, Además se observa con claridad los sectores del P.E.D.H el Burro en donde se observa que el sector del Box Couvert es el menos contaminado del Humedal cumpliendo la función depuradora del mismo.

**Gráfico 3 promedio sectorizado de recuento de *Coliformes Totales* en época seca y de lluvia. Autoría Propia.**



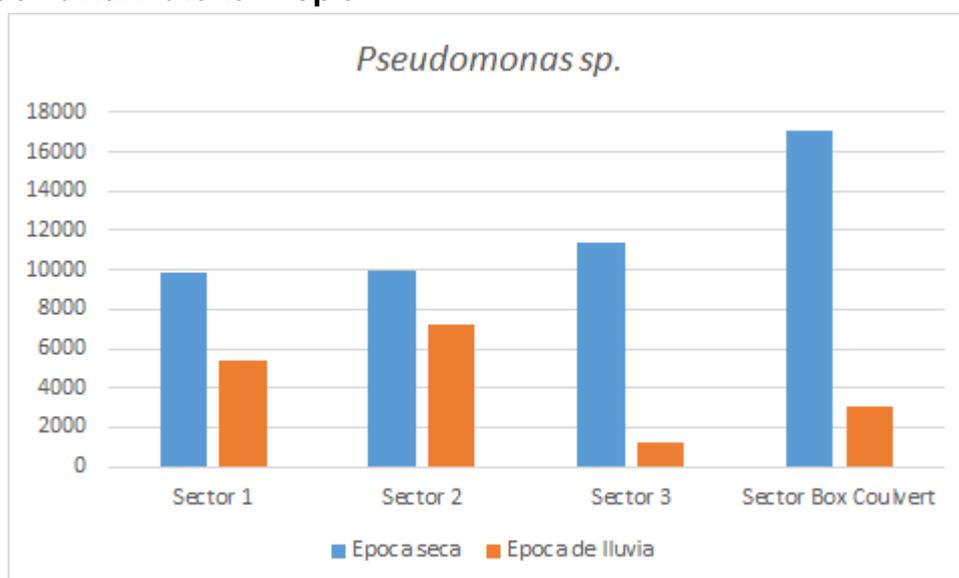
De la gráfica 3 se puede inferir que el punto que presentó alto recuento de Coliformes totales fue el sector 2 en época seca, se puede interpretar como uno de los sectores más críticos dentro del P.E.D.H El Burro. En época de lluvia se obtuvo un recuento mayor en el sector 1. Estos dos lugares presentan basuras que afectan notablemente la calidad del agua.

**Gráfico 4 promedio sectorizado de recuento de *E. coli* en época seca y de lluvia. Autoría Propia.**



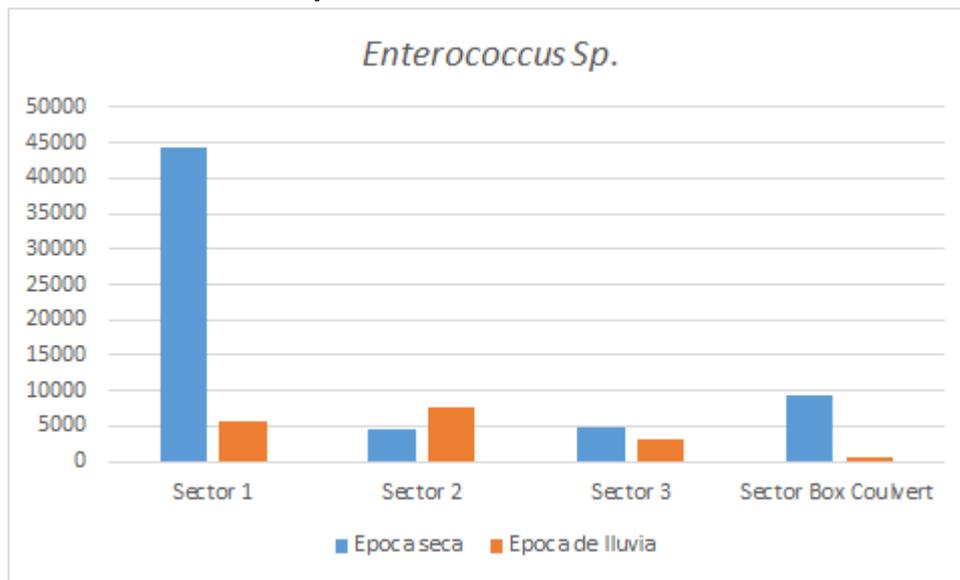
En el gráfico 4 se observa que los resultados obtenidos de *E.coli* son bajos en las dos épocas de muestreo (seca y de lluvia), debido a que *E.coli* es una bacteria que requiere ciertas condiciones para su crecimiento. Los dos puntos de muestreo, sector 1 y sector 2 son los que presentan un mayor recuento respecto a los otros puntos debido a la cercanía que tienen con las viviendas aledañas al humedal.

**Gráfico 5 promedio sectorizado de recuento de *Pseudomonas Sp.* en época seca y de lluvia. Autoría Propia**



En el gráfico 5 se describe los recuentos obtenidos de *Pseudomonas* en cada uno de los puntos de muestreo, tanto en época seca y de lluvia se presentaron altos recuentos. Los sectores con mayores recuentos fueron el sector 3 y el sector 4, aunque en época de lluvia en los sectores anteriormente mencionados disminuyó el recuento. El promedio obtenido en época seca fue de 48284UFC/100 y en época de lluvia de 16915UFC/100.

**Gráfico 6 promedio sectorizado de recuento de *Enterococcus Sp.* en época seca y de lluvia. Autoría Propia**



En la gráfica 6 se logra ver el aislamiento de *Enterococcus* en temporada seca y de lluvia. En temporada seca se produce un amplio crecimiento principalmente en el sector 1 donde se evidencia mayoritariamente la entrada de aguas residuales por medio del canal Los Ángeles-Castilla y un empozamiento de agua o poca fluidez de la misma.

En la identificación de colonias se lograron identificar en época seca 25 microorganismos Gram positivos dentro de los cuales se encuentran especies pertenecientes a el género *Enterococcus* y *Streptococcus*; 67 microorganismos Gram negativos de la familia *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonas* y *Vibrio*. Tabla xx (Tabla de microorganismos aislados en P.E.D.H El Burro en época seca).

**Tabla 11. Bacterias aisladas en las muestras del P.E.D.H El Burro en temporada seca. Autoría Propia.**

Sector de muestreo	Microorganismos aislados	
	Gram positivos	Gram Negativos
<b>Sector 1</b>	<i>Enterococcus durans</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas agglomerans</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Citrobacter amalonaticus</i> <i>Aeromonas caviae</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Pseudomonas maltophilia</i> <i>Serratia marcescens</i>
<b>Sector 2</b>	<i>Streptococcus uberis</i> <i>Enterococcus durans</i>	<i>Citrobacter freundii</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Morganella morganii</i> <i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Enterobacter gergoviae</i> <i>Klebsiella oxytoca</i>
<b>Sector 3</b>	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Enterococcus durans</i> <i>Streptococcus uberis</i> <i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Citrobacter amalonaticus</i> <i>Citrobacter freundii</i> <i>Morganella morganii</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Aeromonas caviae</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Hafnia alvei</i> <i>Vibrio metschnikovii</i> <i>Enterobacter sakazakii</i> <i>Burkholderia cepacia</i>
<b>Sector box</b>	<i>Enterococcus faecium</i> <i>Streptococcus uberis</i>	<i>Acinetobacter iwoffii</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Weeksella virosa/ Bergeyella zoohelcum</i> <i>Enterobacter cloacae</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Pseudomonas putida</i>

En Época de Lluvias se lograron identificar 13 microorganismos Gram positivos de los géneros *Bacillus*, *Enterococcus* y *Streptococcus* y 49 Gram negativos de la familia *Enterobacteriae*, *Pseudomonas* y *Vibrio*.

**Tabla 12. Bacterias aisladas en las muestras del P.E.D.H El Burro en temporada de lluvias. Autoría Propia.**

Sector de muestreo	Microorganismos aislados
Sector 1	<p>Gram positivos  <i>Streptococcus uberis</i>  <i>Enterococcus faecium</i>            Gram Negativos  <i>Kluyvera cryocrescens</i>  <i>Enterobacter sakazakii</i>  <i>Aeromonas hydrophila</i>  <i>Enterobacter gergoviae</i>  <i>Enterobacter cloacae</i></p>
Sector 2	<p>Gram positivos  <i>Streptococcus uberis</i>            Gram Negativos  <i>Yersinia enterocolitica</i>  <i>Acinetobacter iwoffi</i>  <i>Enterobacter gergoviae</i>  <i>Enterobacter sakazakii</i>  <i>Aeromonas hydrophila</i></p>
Sector 3	<p>Gram positivos  <i>Streptococcus uberis</i>  <i>Staphylococcus lentus</i></p> <p>Gram Negativos  <i>Morganella morganii</i>  <i>Enterobacter cloacae</i>  <i>Aeromonas hydrophila</i>  <i>Aeromonas caviae</i>  <i>Aeromona veronii</i>  <i>Enterobacter sakazakii</i></p>
Sector box	<p>Gram positivos  <i>Streptococcus uberis</i>            Gram Negativos  <i>Aeromonas hydrophila</i>  <i>kluyvera cryocrescens</i>  <i>Enterobacter gergoviae</i>  <i>Burkholderia cepacia</i>  <i>Acinetobacter iwoffi</i>  <i>Aeromonas caviae</i>  <i>Vibrio metschnikovii</i></p>

## 5.0 DISCUSIÓN

El presente estudio de investigación es uno de los primeros que evalúa la calidad bacteriológica del agua del P.E.D.H el Burro en la ciudad de Bogotá, tanto en época seca y en época de lluvia. El humedal cuenta con diversas problemáticas que afectan notablemente la calidad del agua, entre las que se destaca el crecimiento urbanístico con la presencia de barrios ilegales, los cuales tienen conexiones ilegales de las aguas residuales que van directamente al humedal. El sector más crítico de este ecosistema es el sector 1, el cual presenta escombros y basuras arrojadas por los habitantes del sector. Hay un problema grande y es la falta pertenencia de los habitantes con el humedal, esto se puede evidenciar en los recuentos obtenidos, donde se observa que el sector 1, el cual está más cerca de las viviendas del barrio el Castillo, presentó un recuento alto de *Enterococcus* y *Escherichia coli*. Algunas percepciones que tienen los habitantes del sector respecto al P.E.D.H el Burro son: “potrero sucio, maloliente y peligroso”, un lugar donde se acogen las aguas negras de diferentes urbanizaciones, donde proliferan malos olores, los insectos y roedores como vectores de enfermedades respiratorias, gástricas y dérmicas, además de ser refugio de ladrones y drogadictos.(3) Cabe aclarar que otros habitantes tienen una percepción muy diferente, ven en el humedal un espacio de vital importancia para la biodiversidad y el hábitat de especies.

Las muestras tomadas en el sector 1 con mayor recuento de microorganismos fueron las muestras 1 a la 4, esto puede deberse a la cercanía que tiene esta zona a las viviendas aledañas del barrio el Castillo y a un conjunto residencial, en la visita hecha para la toma de las muestras se observó la presencia de gatos los cuales hacen sus necesidades en el humedal.

Respecto al incremento del recuento por cercanías a viviendas o personas ajenas al humedal, se pudo evidenciar que en el estudio del Humedal Salitre (Dávila et al, 2015), las zonas que tuvieron un mayor recuento de bacterias fueron aquellas en las que los visitantes tenían fácil acceso.

Los *Coliformes Totales* están presentes en aguas por algunos factores tales como la presencia de animales y cercanía de asentamientos humanos al afluente, la

concentración de los Coliformes Totales en las aguas es directamente proporcional a la cercanía de los humanos al mismo. (81)

El P.E.D.H El Burro mostró un promedio de recuento de *Coliformes totales* de 33764 UFC/100ML en temporada seca y de 6827 UFC/100mL en temporada lluvia, según lo expuesto en la reglamentación colombiana con el Decreto 1594 de 1984, las aguas del P.E.D.H El Burro no son aptas para su uso recreativo, agrícola o de consumo humano y uso doméstico. Comparando los resultados obtenidos con estudios en otros humedales de Bogotá tal como el realizado por Chaves et al en 2013 en el humedal de la Conejera que dio recuentos de *Coliformes totales* en promedio de 63280 UFC/100ML en temporada seca y de 25150 UFC/100ML en temporada de lluvia. También ve una amplia diferencia en el estudio realizado en el Humedal Jaboque por Ávila et al en 2014 donde se generaron recuentos bastante altos de *Coliformes Totales* 95076 UFC/100ML en temporada seca y de 220404 UFC/100ML.

A comparación con los otros humedales, el P.E.D.H. el Burro tuvo bajos recuentos de *Escherichia coli*, ya que en el humedal la Conejera el promedio en época seca fue de 23080UFC/100ML y en época de lluvia de 14510 (Cháves et al, 2013), en el humedal Jaboque *E.coli* en época seca fue de 39180 y en época de lluvia de 14510. (Ávila et al, 2010) En el Humedal el Burro se obtuvo un promedio muy bajo, en época seca fue de 20UFC/100ML y en época de lluvia de 4382.

El bajo recuento que se obtuvo en la época seca con respecto a *E.coli* aun cuando se obtuvieron recuentos de *Coliformes Totales* altos, puede argumentarse, ya que la falta de nutrientes y las condiciones ecológicas severas en ambientes evitan que *E.coli* pueda sostener una división celular de la población fuera del hospedante animal. (72)

*E.coli* es un parámetro que indica contaminación fecal, pero no indica la patogenicidad por sí misma, para conocer el riesgo de la patogenicidad se requiere realizar una serotipificación de cada una de las muestras aisladas, así se podría identificar el virotipo al que pertenece y el riesgo que presenta como patógeno.(71)

Estudios plantean que las especies más comunes de *Enterococcus* que se encuentran en el agua son *E. faecalis* y *E. faecium* (58), En este estudio se aislaron estas especies en los sectores 1 y 4 en época seca , la presencia de *Enterococcus* en época seca muestra la característica que tiene este género de sobrevivir por largos períodos de tiempo en ambientes hostiles (59) , además presenta mayor resistencia a condiciones adversas como congelamiento, desecación y tiene una supervivencia mayor que los *Coliformes Totales* (60). La humedad es un factor importante que favorece la supervivencia de bacterias entéricas en suelo. Otros factores también ayudan a la supervivencia de estas bacterias son la disminución de la temperatura (61)

La presencia de *Enterococcus* se relaciona con los asentamientos humanos a las orillas del humedal o el fácil acceso de personas o animales, como lo describe Rodríguez et Al, en su estudio sobre la calidad microbiológica en el cuerpo de agua de los Humedales Ventanillas, en Perú. En este estudio se presentaron altos recuentos en zonas donde las personas y animales tenían fácil acceso (77), en el caso del P.E.D.H El Burro los sectores 1 y 4 son lo que tienen más cercanía con los habitantes y animales del sector, causando así un alto recuento de *Enterococcus*. Los recuentos en época de lluvia fueron inferiores a los de época seca, en los otros estudios de los humedales de Bogotá, como en Conejera Y Jaboque, se presentó un recuento mayor de *Enterococcus* en época de lluvia, esto describe la gran capacidad que tiene *Enterococcus* de resistir condiciones extremas de temperatura. Cabe destacar que, en la visita de la época de lluvia, en el sector 2, se encontraba en mantenimiento lo que posiblemente causó un recuento bajo a comparación de la época seca.

*Pseudomonas* tiene una gran capacidad para multiplicarse en aguas que contengan pocas cantidades de nutrientes, además son capaces de utilizar una gran variedad de fuentes de carbono y nitrógeno para crecer en diversos ecosistemas. (79)

Este género adquirió mucha importancia en el análisis de aguas, cuando se demostró la capacidad que tienen de inhibir los *Coliformes Totales*. Estudios han planteado que algunas especies de *Pseudomonas* tienen la capacidad de inhibir *Coliformes Totales* como *E.coli*, *Enterobacter aerogenes* , *Campylobacter jejuni* y

*Klebsiella*, ya que esta especie produce una sustancia llamada "Pseudocin" que tiene un efecto bacteriostático con estos microorganismos. (80)

El recuento de *Pseudomonas* obtenido en el P.E.D.H el Burro fue alto, en el estudio de Mechand sobre la calidad del agua en el área metropolitana de Lima, se encontró un alto recuento de *Pseudomonas* y una ausencia de *Coliformes Totales*. Estos resultados se correlacionan con los datos del humedal el burro, ya que en la época seca hubo un recuento muy bajo de *E.coli*, pero se obtuvo un recuento alto de *Pseudomonas*. En Colombia se han obtenido resultados con las mismas características anteriormente mencionadas como en el Humedal la Conejera, Humedal Salitre y Humedal Jaboque (7,8,9).

En el sector 4 se presentó un alto recuento de *Pseudomonas*, esto puede deberse a que el agua se encuentra en el Box Couvert, un lugar que favorece su crecimiento, ya que esta bacteria tiene una predilección por los ambientes húmedos tolerando un amplio rango de temperatura de crecimiento (80). Dentro de los mecanismos que facilitan la supervivencia de esta bacteria en ambientes acuáticos está la formación de biopelículas que les confiere resistencia a las agresiones ambientales como el arrastre por corrientes (84). La formación de biopelículas puede incrementarse en materiales como el cemento (asbesto, cemento y concreto) y los metálicos (hierro dúctil, acero). Estos materiales son más propicios para la formación de biopelículas en tiempos cortos (días o semanas) (85). EL box couvert está hecho de concreto, lo cual indica que es un ambiente ideal para la formación de biopelículas y se evidencia en el recuento obtenido en este sector de muestreo

## 6.0 CONCLUSIONES

A partir del presente estudio de la calidad bacteriológica del agua, se comprobó que el Parque Ecológico Humedal Distrital (P.E.D.H) El Burro, está siendo afectado negativamente por las actividades antrópicas que se desarrollan alrededor de él. Perjudicando notablemente la fauna y flora que allí habita, vida silvestre que requiere de agua limpia para sobrevivir.

Los resultados obtenidos, nos permiten concluir que:

La calidad del agua del P.E.D.H El Burro no es apta para el uso recreativo, agrícola y humano, ya que exceden los límites permitidos por el decreto 1594 de 1984 y el decreto 3930 de 2010.

Los recuentos de *Escherichia coli* fueron bajos en comparación con los demás indicadores de contaminación en el humedal, pero esto no indica que la calidad del cuerpo del agua del Humedal, sea apta, ya que los recuentos de *Pseudomonas* fueron altos, lo que puede interpretarse como una inhibición de *E.coli* por parte de *Pseudomonas* con la producción de piocinas.

La fragmentación del humedal por la Av. Ciudad de Cali constituye un problema con la calidad del agua, en los resultados obtenidos en el sector del Box Couvert se pudo evidenciar un alto recuento de *Pseudomonas*.

De las bacterias aisladas en el presente estudio, se destaca la presencia de *Burkholderia cepacia*, en las dos épocas del año (lluvia y seca), esta bacteria se encuentra comúnmente en el agua y el suelo y puede sobrevivir por largos períodos en ambientes húmedos. Aunque es una bacteria patógena en los humanos, causante de enfermedades pulmonares, ha adquirido una gran importancia en el campo agrícola, ya que es una bacteria que promueve el crecimiento de las plantas. Otro género importante hallado en el estudio fue *Pseudomonas putida*, actualmente tiene aprovechamientos en la agricultura como biocatálisis, biorremediación, biocontrol en protección de las plantas y producción de bioplásticos.

El P.E.D.H el Burro es un pilar ecológico del suroccidente de la ciudad, se logra ver que la reducción en los recuentos de los indicadores de contaminación en el correr de los sectores del humedal. Se visualiza el cumplimiento de la función depuradora del mismo.

## 7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rita S. W. Yam et al. 2015. An Ecosystem-Service Approach to Evaluate the Role of Non-Native Species in Urbanized Wetlands , International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015.
2. Pramod K Pandey et al. Contamination of water resources by pathogenic bacteria, Springer open journal, 2014.
3. Narváez Silvia, Gómez Martha, Acosta Jorge. Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de la ciénaga grande de santa marta, colombia, instituto de investigaciones marinas y costeras- (invemar). punta betín, santa marta, magdalena, colombia. 2008.
4. Tirado M. et al 2011, caracterización ambiental de la ciénaga de la quinta localizada en cartagena de indias, colombia, 2009 - 2010, Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 131 - 139, 2011
5. Ávila Sara et. Al Estupiñán Mónica Calidad sanitaria del agua de la ciénaga Mata de Palma en el Departamento del Cesar, Colombia, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá, Colombia, 2009
6. Ávila Sara et. Al Estupiñán Mónica Evaluación de la calidad microbiológica del agua de los humedales Arcial, El porro y cintura (Rio san jorge) y los humedales baño, pantano bonito y charco pescao (Río sinú) en el departamento de córdoba, Colombia, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2006.
7. Ávila Sara et. Al Estupiñán Mónica. Calidad bacteriológica del agua del humedal de Jaboque, Bogotá, Colombia, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2006
8. Chávez et. al, Caracterización bacteriológica de la calidad del agua del humedal la conejera Bogotá D.C, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2013
9. Dávila Sara et. al Calidad bacteriológica del humedal el salitre Bogotá D.C, Colombia prueba piloto, año 2015
10. LEY 357 DE 1997, enero 21. Definición de humedal según la Convención Ramsar. República de Colombia
11. Ramsar. Los sitios Ramsar. Consultado 11 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/sitios-paises/los-sitios-ramsar>
12. Ramsar. Los sitios Ramsar en todo el mundo. Consultado 11 de abril 2017. Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/sitios-paises/sitios-ramsar-en-todo-el-mundo>
13. Stavro Xiomara. Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia. Universidad de la Salle. [Internet] [Consultado el 9 Julio 2017]. Disponible en:

- [http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL\\_V2\\_N1\\_p091-105\\_protocolo\\_montreal.pdf](http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol2n1/PL_V2_N1_p091-105_protocolo_montreal.pdf)
14. Universidad Nacional de Colombia. Punto Crítico- Humedales. Año de publicación 2016. Consultado 14 de abril 2017. Disponible en: <http://untelevision.unal.edu.co/detalle/article/humedales-2.html>
  15. Instituto de ciencias biomédicas. Definición de humedales. Universidad Autónoma de Ciudad de Juarez. Año de publicación: 2013. Consultado 12 de abril 2017 Disponible en : <http://www.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas%20tecnicas/HOJA%20TECNICA%20HUMEDALES.pdf>
  16. Dugan Patrick. Conservación de humedales, un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. Año de publicación 1990. Editorial: Unión mundial para la naturaleza.
  17. Los humedales, funciones y valores. Convención de RAMSAR. Consultado 11 abril 2017. Disponible en: [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/tmp/pdf/info/values\\_floodcontrol\\_s.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/tmp/pdf/info/values_floodcontrol_s.pdf)
  18. Cinco razones por las que deberían importarnos los humedales. World Wildlife Fund. Año de publicación febrero 2017. Citado 12 de abril 2017. Disponible en: <http://www.wwf.org.co/?291312/Cinco-razones-por-las-que-deberian-importarnos-los-humedales>
  19. Manuales Ramsar (5a Edición): Introducción a la Convención sobre los humedales. Año de publicación 2016. [Internet]. Disponible en: [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1\\_5ed\\_introductiontoconvention\\_s\\_final.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf)
  20. Fernández García Ricardo. Principales obligaciones medioambientales para la pequeña y mediana empresa. Editorial Club Universitario ,pp. 215-217.
  21. World Wildlife Fund. Humedales, designación de sitios RAMSAR en territorios étnicos. Año de publicación 2004. Consultado abril 2017. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020783/ramsarhumedales.pdf>
  22. DECRETO 2811 DEL 18 DE DICIEMBRE DE 1974. República de Colombia. Ministerio de Agricultura. Disponible en <https://rds.org.co/es/recursos/decreto-2811-de-1974-por-el-cual-se-dicta-el-codigo-nacional-de-recursos-naturales-renovables-y-de-proteccion-al-medio>
  23. Galeano Rey Juan Pablo. El uso del suelo en el caso de los humedales. Universidad Libre de Colombia . Año de publicación 2011 [Internet] [Consultado el 10 julio 2017] . Disponible en: <http://www.unilibre.edu.co/verbaiuris/25/el-uso-del-suelo-en-el-caso-de-los-humedales.pdf>
  24. Red Juristas . Resolución 0157 de 2004. [Internet] [Consultado el 10 julio 2017] . Disponible en:

- [https://www.redjurista.com/Documents/resolucion\\_157\\_de\\_2004\\_ministerio\\_d\\_e\\_ambiente,\\_vivienda\\_y\\_desarrollo\\_territorial.aspx#/](https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_157_de_2004_ministerio_d_e_ambiente,_vivienda_y_desarrollo_territorial.aspx#/)
25. Secretaria Distrital de Ambiente, Cartilla al Alma de los Humedales [Internet]. Bogotá Colombia [citado 30 Junio 2017]. Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-al-alma-de-los-humedales>
  26. Ministerio de Medio Ambiente, Política Nacional para Humedales interiores de Colombia.[internet] Bogotá, (2016). [citado 5 Julio2017] Disponible en [http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/polit\\_nal\\_humedales\\_int\\_colombia.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Políticas/polit_nal_humedales_int_colombia.pdf)
  27. Jardín Botánico Bogotá. [internet] jbb.gov.co 2017. [citado el 4 febrero 2017] Disponible en <http://www.jbb.gov.co/index.php/generalidades/humedales-en-bogota>
  28. Moreno, V., Garcia, J., Villalba J., Descripción General de los Humedales de Bogota, D.C, Sociedad geográfica de Colombia, Academia de ciencias geográficas consultado 5 Julio 2017, disponible en: [www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf](http://www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf)
  29. Humedales de bogotá [internet] Alcaldía mayor de Bogotá 2017 [citado 10 Febrero 2017]. Disponible en: <http://www.bogota.gov.co/guia/interfaz/usuario/anexos/Humedales.doc>
  30. Informe de auditoría gubernamental con enfoque integral modalidad especial a la gestión ambiental (planes de manejo ambiental, de mejoramiento, de recuperación y administración) de los humedales tibánica, techo, burro, la vaca, meandro del say y capellanía secretaria distrital de ambiente [internet] sda empresa de acueducto, agua y alcantarillado de Bogotá [citado 12 Febrero 2017] Disponible en: [http://www.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/informes/AuditoriaGubernamental/Ambiente/PAD\\_2010/CicloII/INFORME%20FINAL%20HUMEDALES%20SUR%20CICLO%20II%20PAD%202010.pdf](http://www.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/informes/AuditoriaGubernamental/Ambiente/PAD_2010/CicloII/INFORME%20FINAL%20HUMEDALES%20SUR%20CICLO%20II%20PAD%202010.pdf)
  31. Planes de Manejo Ambiental aprobados para los humedales de Bogotá [internet] Secretaria Distrital de Ambiente [citado el 12 febrero 2017] Disponible en : <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/planes-de-manejo-ambiental>
  32. Protección de la Tingua Azul. Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. Citado 24 marzo 2018. [Internet] Disponible en: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/fauna-silvestre/proteccion-de-la-tingua-azul>
  33. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. Humedales del territorio Car. Año de publicación: 2011. [Internet] Citado 25 marzo 2018. Disponible en <https://www.car.gov.co/uploads/files/5adf57a6d882c.pdf>
  34. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Sirirí común (Tyrannus melancholicus). Citado: 15 marzo 2018. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/4721>

35. Daniel Bernal. Humedales de Bogotá. Búho listado en el humedal El Salitre. Citado 15 marzo 2018. Disponible en:  
<http://humedalesbogota.com/2011/06/17/buho-listado-en-el-humedal-el-salitre/>
36. Borrero Jose Ignacio. Historia Natural del Titiribí *Pyrocephalus rubinus* (aves, Tyrannidae) en Colombia, con notas de su distribución. Citado 15 marzo 2018. Disponible en:  
<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3324/titiribi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
37. Guarnizo Carlos et Al. *Dendropsophus labialis* (Peters, 1863). Año de publicación 2014. Citado 25 marzo 2018. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/265014754\\_Dendropsophus\\_labialis\\_Catalogo\\_de\\_Anfibios\\_y\\_Reptiles\\_de\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/265014754_Dendropsophus_labialis_Catalogo_de_Anfibios_y_Reptiles_de_Colombia)
38. Historia Natural del Tominejo. Revista de la facultad de ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Citado 25 marzo 2018. Disponible en:  
<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/viewFile/5078/3918>
39. Lynch, John D.. (2012). El contexto de las serpientes de Colombia con un análisis de las amenazas en contra de su conservación . Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 36(140), 435-449. Citado 25 de marzo 2018., Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082012000300009&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082012000300009&lng=en&tlng=es).
40. Aponte Héctor. El junco, clasificación, biología y gestión. Universidad Científica del sur. Citado 25 marzo 2018. Disponible en:  
[http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/\\_data/3.pdf](http://aplicaciones.cientifica.edu.pe/repositorio/catalogo/_data/3.pdf)
41. Botía-Niño et Al.(2008).Efecto de la temperatura sobre la maduración complementaria en Curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 11(2), 187-196. Citado 25 marzo 2018. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262008000200019&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000200019&lng=en&tlng=es).
42. Evaluación de la calidad bacteriológica de las aguas naturales de algunos sitios de Colombia. Revisión de la literatura. Halaby N, Ricaurte K, Rodríguez J, Estupiñan S Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Universidad Nacional Abierta y a Distancia BIOCIENCIAS - Vol 1 pág. 13-21
43. “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global”. [Internet] M. Castro, J. Almada, J. Ferrer y D. Díaz Ingeniería Solidaria, vol. 10, n.º 17, pp. 111-124, en.-dic., 2014. doi: Consultado: 23 agosto 2017 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v9i17.811>
44. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. [Internet] Robert Pullés M, Revista CENIC. Ciencias Biológicas 20144525-36.

Consultado: 23 agosto 2017 Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181230079005>.

45. Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia, Resolución 2115 de 2007, consultado 29 mayo 2018 Disponible en:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n\\_del\\_agua/Resoluci%C3%B3n\\_2115.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislaci%C3%B3n_del_agua/Resoluci%C3%B3n_2115.pdf)
46. Marín Muñiz José et Al. Hernández María. Humedales, sus funciones y su papel en el almacenamiento de carbono atmosférico. [Internet] Consultado 30 enero 2018. Disponible en:  
<http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/bienesmuebles-inmuebles/17-ciencia-hoy/172-los-humedales-sus-funciones-y-su-papel-en-el-almacenamiento-del-carbono> .
47. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Internet] Marchand Orlando. Consultado: 23 agosto 2017 Disponible en:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand\\_P\\_E/tesis\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf) Fecha de consulta: 02 de octubre 2017.
48. Aspectos fundamentales sobre el género Enterococcus como patógeno de elevada importancia en la actualidad. [Internet] Díaz Pérez M, Rodríguez Martínez C, Zhurbenko R, Revista Cubana de Higiene y Epidemiología 2010;48(1):147-161. Consultado: 20 septiembre 2017 Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223217613006>. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2017. 49
49. IDEAM, DETERMINACIÓN DE ESCHERICHIA COLI Y COLIFORMES TOTALES EN AGUA POR EL MÉTODO DE FILTRACIÓN POR MEMBRANA EN AGAR CHROMOCULT. [Internet] Consultado: 10 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>
50. Norma Técnica Colombiana NTC ISO 5667-2 GESTIÓN AMBIENTAL. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS GENERALES DE MUESTREO [internet] Consultado: 10 octubre 2017 disponible en:  
[https://kupdf.com/download/ntc-iso-5667-2\\_58f923c2dc0d60f274da981d\\_pdf](https://kupdf.com/download/ntc-iso-5667-2_58f923c2dc0d60f274da981d_pdf)
51. HIMEDIA, Technical Data MFC Basal Medium (Internet), Consultado 07 Junio 2018, Disponible en: <http://himedialabs.com/TD/M1812.pdf>
52. Blanco, J., Escherichia coli enteroagregativa O104:H4-ST678 productora de Stx2a. ¡Diagnóstico microbiológico ya, de este y otros serotipos de STEC/VTEC, Enferm Infecc Microbiol Clin. 2012;30(2):84–89

53. Apella María et. Al. Microbiología de agua. Conceptos básicos. Citado 20 mayo 2018. Disponible en:  
[https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02\\_Capitulo\\_02.pdf](https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf)
54. Ávila Sara . et Al Calidad sanitaria del agua del Parque Natural Chicaque. Revista Nova. Año de publicación 2013. Citado 20 mayo 2018. Disponible en:  
<http://unicolmayor.edu.co/publicaciones/index.php/nova/article/view/236/478>
55. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowsres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf)
56. Ecured, Escherichia coli Enteroagregativa (Internet), consultado 7 de Junio de 2018, Disponible [https://www.ecured.cu/Escherichia\\_coli\\_enteroagregativa](https://www.ecured.cu/Escherichia_coli_enteroagregativa)
57. Rubio, J., AVANCES EN EL METABOLISMO DEL ÁCIDO FENILACÉTICO EN “PSEUDOMONAS sp. Y2”: APROXIMACIÓN GENÉTICA Y PROTEÓMICA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid 2009.
58. Díaz Pérez et Al. Determinación cuantitativa de enterococos en aguas utilizando un método cromogénico alternativo. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2014; 33(1):1-11 . Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinvbio/cib-2014/cib141a.pdf>
59. Emilce R. Zubreski et Al. Estudio de Enterococcus spp. en aguas de arroyos de posadas. misiones. Rev. Cienc. Tecnol. Año 9 / Nº 9 / 2007 / 32-35. Disponible en:  
<http://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/viewFile/326/255>
60. Ávila et al. Calidad bacteriológica del agua Vereda El Charco, San Miguel de Sema, Boyacá- Colombia. Revista NOVA. 2016; 13 (25): 139-145. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v14n25/v14n25a11.pdf>
61. Letterman R. Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua contaminada. 5ª Edición. España. Mc Graw Hill Interamericana. 2002. p. 176-177.
62. Sánchez Giovanna. Importancia del cuidado de los humedales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Citado: 16 junio 2018. Disponible en:  
<http://laud.udistrital.edu.co/noticias/importancia-del-cuidado-de-los-humedales>
63. Duarte Daniel et. Al. Evaluación del recurso hídrico en el humedal el Burro después de su reconfiguración. Universidad Santo Tomás. Citado 16 junio 2018. Disponible en:  
<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2331/Duartedaniel2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

64. Novoa Mónica. Monitoreo de las especies endémicas amenazadas tingua bogotana rallus semiplumbeusy el cucarachero de pantano cistothorus apolinari en el tercio alto del humedal Juan Amarillo Distrito Capital. Universidad Militar Nueva Granada. Citado 16 junio 2018. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/12014/1/Articulo%20tesis%20de%20grado-Humedales.pdf>
65. Hernández Mateo. Historia del uso y del conocimiento de la flora y de las especies típicas de la sabana de bogotá y sus antiguas haciendas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Año de publicación 2016. Citado 16 junio 2018. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/9658/16-237-caroycuervo-historia-uso-flora.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
66. Álvarez Diana et. AL .Análisis multitemporal del manejo del suelo en el Humedal del Burro y el Burrito. Bogotá – Cundinamarca. Universidad Santo Tomás. Citado 16 junio 2018. Disponible en: <http://repository.usta.edu.co/handle/11634/2321>
67. BD, BD Endo Agar (Internet), disponible en: <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8766>, consultado: 27 de junio de 2018.
68. MDM Científica, Agar Azida (Internet), Disponible en: <http://mdmcientifica.com/wp-content/uploads/2017/07/Agar-AZIDA-17072017O-P.PD-14-INSERTO.pdf>., Consultado 27 junio de 2018.
69. Britania, Cetrimida Agar, (Internet), Disponible en: [http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_5a2ed5a58f4ee.pdf](http://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed5a58f4ee.pdf) Consultado 27 Junio de 2018.
70. Francisco Soria Melguizo S.A., M-FC AGAR, (Internet), Disponible en: [http://f-soria.es/Inform\\_soria/Difco%20Fichas%20tecnicas/PLACAS%20DIFCO%20Y%20CROMOGENICAS%20BD/FT%20M-FC%20AGAR%206%20CM.pdf](http://f-soria.es/Inform_soria/Difco%20Fichas%20tecnicas/PLACAS%20DIFCO%20Y%20CROMOGENICAS%20BD/FT%20M-FC%20AGAR%206%20CM.pdf) Consultado 27 Junio de 2018.
71. Plan de manejo ambiental del Humedal el Burro. Problemática, valoración y evaluación. Universidad Nacional de Colombia. Consultado 27 de junio 2018. Disponible en: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/75fa09ff-a9a6-47c0-aa75-1151fbd547b4>
72. Larrea-Murrell et Al. Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. Revista CENIC. Ciencias Biológicas.[Fecha de consulta: 4 de julio de 2018] Disponible en:<<http://aww.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>> ISSN 0253-5688
73. Corrales Lucía et Al. 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. Consultado 27 junio 2018. Disponible en:  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/6765/1/v12n22a07.pdf>
74. Díaz Pérez et Al. Determinación cuantitativa de enterococos en aguas utilizando un método cromogénico alternativo. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2014; 33(1):1-11 . Disponible en:  
<http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinbio/cib-2014/cib141a.pdf>
75. Emilce R. Zubreski et Al. Estudio de Enterococcus spp. en aguas de arroyos de posadas. misiones. Rev. Cienc. Tecnol. Año 9 / N° 9 / 2007 / 32-35. Disponible en:  
<http://www.fceqyn.unam.edu.ar/recyt/index.php/recyt/article/viewFile/326/255>
76. Letterman R. Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua contaminada. 5ª Edición. España. Mc Graw Hill Interamericana. 2002. p. 176-177.
77. Rodríguez Roxana et. Al. Evaluación microbiológica de un cuerpo de agua del ACR Humedales de Ventanilla (Callao, Perú) y su importancia para la salud pública local. Ecol. apl. [Internet]. 2017 Ene [citado 2018 Jul 04]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162017000100003&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162017000100003&lng=es). <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i1.899>.
78. Figueroa et Al. Validación del método de filtración por membrana utilizando un medio de cultivo Chromocult® es modificado para cuantificación de coliformes totales y E. Coli en agua potable. Universidad de Chile. Consultado 04 julio 2018. Disponible en:  
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/139494>
79. Merchand Orlando. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima, Metropolitana. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Consultado 04 julio 2018. Disponible en:  
[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand\\_P\\_E/tesis\\_completo.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf)
80. Justo Santiago et Al. .Efecto antibiótico de Pilocina de Pseudomonas aureginosa sobre E.coli y Sthaphylococcus aureus. Consultado 04 de julio 2018. Disponible en:  
[http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Revista\\_Ciencias/article/view/585](http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Revista_Ciencias/article/view/585)
81. Pinillos A., et Al, Calidad Bacteriológica del Agua del acueducto comunitario las violetas en la localidad de Usme, Bogotá D.C, en el año 2015. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2015.
82. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental - Centro de documentación, Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico. Bogotá D.C , 2014.

83. Republica de Colombia, Decreto 1594 de 1984 (Internet), Disponible en:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>,  
consultado 17 de Julio de 2018.
84. Baleux B., Troussellier, M. Optimization of a sampling design and  
significance of bacterial indicators: application to the bacteriological survey of  
the Ardeche River, France Water Research 1989 [Sitio en internet] Disponible  
en:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0043135489901632>  
Consultado: 28 de Julio 2018
85. Rueda, Juan Camilo .Impact of Drinking Water Biofilms Detachment in Water  
Quality. Disponible en:  
<http://www.boletintecnico.com/index.php/bt/article/view/198/886> Consultado  
28 julio 2018.

## 8.0 ANEXOS

La investigación Diagnóstico de la Calidad Bacteriológica del Agua del P.E.D.H el Burro Bogotá, Colombia. Fue objeto de ponencias de sus avances en diversos eventos locales realizados en la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, la Universidad agraria de Colombia (Uniagraria) y la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca donde se le expuso a los asistentes a estos eventos los objetivos, la importancia y los resultados parcialmente obtenidos de la investigación.

Estos eventos certificaron la ponencia de esta investigación a los investigadores que realizaron este estudio y resaltaron la importancia en materia Ambiental y de Salud Pública del mismo. Los nombres de los eventos donde fueron realizadas las ponencias son:

- 4to Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Modalidad en Salud Pública, Ocurrió durante el 23, 24 y 25 de agosto de 2017.
- VI Encuentro Interno de semilleros de Investigación. Universidad Agraria de Colombia (Uniagraria), Modalidad Medio Ambiente, Ocurrió durante el 22 y 23 de septiembre de 2017.
- VII Encuentro Institucional de semilleros de investigación. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Representación semilleros Calidad de Aguas, ocurrió durante el 26 de septiembre de 2017

A continuación, se adjuntan los certificados de los eventos nombrados anteriormente





**La Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
Uniagraria**

Personería Jurídica No. 2799 del 13 de Marzo de 1986

Certifica que:

**KAREN MARGARITA RICAURTE BERNAL**  
C.C. 1030684192 de Bogotá D.C.

Participó como Ponente en el:

**VI ENCUENTRO INTERNO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**

Con la ponencia titulada:

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL HUMEDAL EL BURRO,  
BOGOTÁ, COLOMBIA.**

En constancia de lo anterior se firma el presente certificado en la ciudad de Bogotá, D.C., los días 22 y 23 de Septiembre de 2017

Director de Investigación

Secretario General



**La Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
Uniagraria**

Personería Jurídica No. 2799 del 13 de Marzo de 1986

Certifica que:

**JHON HENRY RODRÍGUEZ MATIZ**  
C.C. 103309507 de Bogotá D.C.

Participó como Ponente en el:

**VI ENCUENTRO INTERNO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**

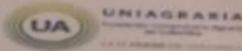
Con la ponencia titulada:

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL HUMEDAL EL BURRO,  
BOGOTÁ, COLOMBIA.**

En constancia de lo anterior se firma el presente certificado en la ciudad de Bogotá, D.C., los días 22 y 23 de Septiembre de 2017

Director de Investigación

Secretario General



**La Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
Uniagraria**

Personería Jurídica No. 2799 del 13 de Marzo de 1986

Certifica que:

**JOYIBS SOLARBY MENDOZA**  
C.C. 1030684192 de Bogotá D.C.

Participó como Ponente en el:

**VI ENCUENTRO INTERNO DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**

Con la ponencia titulada:

**DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DEL HUMEDAL EL BURRO,  
BOGOTÁ, COLOMBIA.**

En constancia de lo anterior se firma el presente certificado en la ciudad de Bogotá, D.C., los días 22 y 23 de Septiembre de 2017

Director de Investigación

Secretario General



ENCUENTRO  
INSTITUCIONAL  
DE SEMILLEROS DE  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE  
CUNDINAMARCA

LA OFICINA DE INVESTIGACIONES

*Certifica que :*

**KARENT MARGARITA RICAURTE BERNAL**

*Del semillero:*

**CALIDAD DE AGUAS**

Participó como **PONENTE** en el VII Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación realizado el 26 septiembre del año 2017.

*Myriam Sepúlveda L.*

Myriam Sepúlveda López  
Jefe de la Oficina de investigaciones



ENCUENTRO  
INSTITUCIONAL  
DE SEMILLEROS DE  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE  
CUNDINAMARCA

LA OFICINA DE INVESTIGACIONES

*Certifica que :*

**JHON HENRY RODRÍGUEZ MATIZ**

*Del semillero:*

**CALIDAD DE AGUAS**

Participó como **PONENTE** en el VII Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación realizado el 26 septiembre del año 2017.

*Myriam Sepúlveda L.*

Myriam Sepúlveda López  
Jefe de la Oficina de investigaciones



ENCUENTRO  
INSTITUCIONAL  
DE SEMILLEROS DE  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE  
CUNDINAMARCA

LA OFICINA DE INVESTIGACIONES

*Certifica que :*

**NAYIB HALABY HERNÁNDEZ**

*Del semillero:*

**CALIDAD DE AGUAS**

Participó como **PONENTE** en el VII Encuentro Institucional de Semilleros de Investigación realizado el 26 septiembre del año 2017.

*Myriam Sepúlveda L.*

Myriam Sepúlveda López  
Jefe de la Oficina de investigaciones