

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA EN EL
ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE LA
MONTAÑITA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

DAVID EDMUNDO COREA GIRON

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE



CATACAMAS OLANCHO

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL DE LA QUEBRADA EN EL
ÁREA DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE LA
MONTAÑITA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

POR:

DAVID EDMUNDO COREA GIRON

ESMELYM OBED PADILLA

Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS OLANCHO

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A **DIOS** todo poderoso por haberme dado la oportunidad, paciencia, serenidad y sabiduría para poder alcanzar esta meta.

Con todo mi amor y gratitud a mi Querida Madre **GLORIA ELENA GIRÓN** que en todo momento me brindo confianza y apoyo incondicional.

De manera muy especial a mi papá **EDGAR TORRES** quien a pesar de no estar cerca de mí, siempre me aconsejó y me dio aliento en momentos críticos.

Con todo amor y cariño a mis hermanos **ELIAS COREA, MARTHA COREA, EDGARDO COREA**, y mis hijos **DAVID ELIAS** y **SEBASTIAN KALE**.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** todo poderoso porque nunca me dejo de la mano, él siempre se encuentra a mi lado y me ha enseñado que para logara algo en la vida hay que ser perseverante.

A mis **Padres** y **Hermanos** porque con sus esfuerzos, consejos y apoyo incondicional he podido lograr lo que he anhelado ser y por un ejemplo para mí.

A la madre de mi hijo **GIEZI MARIELA LÓPEZ** por todos lo momentos que hemos compartido, amor sincero y por la mejor ayuda brindada.

A mi asesor principal **M.Sc. ESMELYM PADILLA** por su amistad y apoyo para poder realizar mi trabajo.

A mi querido Instituto **YOCO-HA** quien impulso e ínsito en mí la decisión de exterderme en la educación superior.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. OBJETIVOS..... | 2 |
| 2.1 General..... | 2 |
| 2.2 Específicos..... | 2 |
| III. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 3.1 El agua..... | 3 |
| 3.2 Aguas superficiales..... | 4 |
| 3.2.1 Contaminación del agua superficial | 4 |
| 3.2 Aguas subterráneas | 6 |
| 3.3 Parámetro que determinan la calidad del agua | 6 |
| 3.4 Parámetros físicos, químicos y biológicos que debe reunir el agua | 6 |
| 3.5.1 Turbidez..... | 6 |
| 3.5.2 Dureza | 7 |
| 3.5.3 Magnesio | 7 |
| 3.5.4 Color..... | 8 |
| 3.5.1 Sulfatos..... | 8 |
| 3.5.2 Nitrógeno de amoniacó | 9 |
| 3.5.3 Nitritos | 9 |
| 3.5.1 Nitritos | 10 |
| 3.5.2 Cloruros | 10 |
| 3.5.3 Cloro..... | 11 |
| 3.5.4 pH | 11 |
| 3.5.5 Hierro y manganeso | 11 |
| 3.5.6 Calcio..... | 12 |
| 3.5.7 Potasio | 12 |
| 3.5.8 Sodio..... | 12 |

| | | |
|--------|---------------------------------------------|----|
| 3.5.9 | Fosfatos | 13 |
| 3.5.10 | Coliformes..... | 13 |
| 3.5.11 | Sólidos en suspensión..... | 14 |
| 3.6 | Medición de caudal..... | 14 |
| 3.6.1 | Aforo con molinete | 14 |
| IV | METODOLOGÍA..... | 18 |
| 4.1 | Localización del área de estudio | 18 |
| 4.2 | Descripción del lugar | 19 |
| 4.3 | Materiales y equipo | 19 |
| 4.4 | Método..... | 20 |
| 4.4.1 | Recolección de la muestra | 20 |
| 4.4.2 | Procedimiento para la toma de muestra | 21 |
| 4.4.3 | Medición del caudal | 21 |
| V | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 23 |
| VI | CONCLUSIONES | 23 |
| VII | RECOMENDACIONES..... | 23 |
| VIII | BIBLIOGRAFIA | 34 |
| ANEXOS | | 37 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Promedio de variables medidas en sitios de muestreo..... | 23 |
|---------------------------------------------------------------------------|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Ubicación del área de estudio, Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre “La Montañita” Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho. | 18 |
| Figura 2. Porcentaje de turbiedad en el agua. | 24 |
| Figura 3. Porcentaje de dureza en el agua. | 25 |
| Figura 4. a) Porcentajes de nitratos en el agua, b) Porcentaje de nitritos en el agua. | 25 |
| Figura 5. Porcentajes de cloro libre en el agua. | 26 |
| Figura 6. Porcentajes de cloro total en el agua. | 27 |
| Figura 7. Porcentajes de fosfatos en el agua. | 28 |
| Figura 8. Porcentajes de sulfitos en el agua. | 28 |
| Figura 9. Porcentajes de sulfatos en el agua. | 29 |
| Figura 10. Porcentajes de hierro en el agua. | 30 |

LISTA DE ANEXO

| | |
|-----------------------------------------------------|----|
| Anexo 1. Formato para la toma de datos. | 38 |
|-----------------------------------------------------|----|

Corea Girón, D. E.; 2013. Disponibilidad y calidad de agua superficial de La Quebrada en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita, Universidad Nacional de Agricultura. Tesis Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 38 p.

RESUMEN

El estudio se realizó en La Quebrada en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita, Universidad Nacional de Agricultura, entre los meses de Agosto y Octubre del año 2013; el cual consistió en la recopilación y tabulación de datos en muestreos realizados en las aguas superficiales de La Quebrada estudio, con el objetivo de evaluar la calidad y disponibilidad del agua y determinar el uso potencial de la misma en la localidad bajo estudio.

Las recolecciones de agua se realizaron y se tomaron muestras, a las cuales se evaluaron los siguientes parámetros físicos, químicos y biológicos: turbiedad, dureza, nitritos, nitratos, cloro libre y cloro total, fosfatos, sulfitos, sulfatos, hierro y coliformes totales.

Los resultados determinaron que los parámetros evaluados que no representaron problema por encontrarse dentro del rango normal o por debajo de este son: dureza, nitritos, nitratos, cloro libre y cloro total, fosfatos, sulfitos, sulfatos y coliformes totales. Los parámetros que presentaron estar en rangos mayores a los normales: en los análisis físicos encontramos a la turbiedad los que ocasionan la mayor contaminación del agua.

Según la calidad que muestran las aguas de La Quebrada en estudio, los principales usos que le podemos dar son en orden descendente: irrigación, ganadería, y consumo doméstico. Se pudo determinar que la mayor parte de la contaminación se debe a turbiedad por la sedimentación del suelo.

Palabras claves: disponibilidad de agua, irrigación, aguas superficiales.

I. INTRODUCCION

El agua es uno de los elementos naturales que se encuentra en mayor cantidad en el planeta Tierra. Además, podemos agregar que el agua es uno de esos elementos que más directamente tienen que ver con la posibilidad del desarrollo de distintas formas de vida. Del mismo modo que sucede con el oxígeno, el agua es esencial para que tanto los vegetales como los animales, el ser humano y todas las formas de vida conocidas puedan existir. Es importante tener en cuenta que los organismos de todos los seres vivos están compuestos en una alta proporción por agua, siendo que esta es la que compone los músculos, órganos y los diferentes tejidos. Así, el agua se vuelve un elemento de suma importancia para la existencia de la vida.

La importancia transcendental del agua nos la dio el mismo Creador al dedicar el 70% de nuestro planeta a las aguas; y solo el 30% a la tierra. Del hombre, en su aspecto material, el 56% de su peso está representado en agua (UNEX *s.f.*).

En el contexto de la problemática que atraviesa la Quebrada del área de importancia para la conservación de la vida silvestre (La Montañita), en cuanto a la contaminación por intervención del hombre, se realizará un estudio acerca de la disponibilidad y calidad de agua de la Quebrada con la finalidad que la UNA y los productores vecinos puedan hacer uso de ese recurso y lograr un buen rendimiento en sus cultivos y animales a través del manejo riego, así como el uso cotidiano que se le da a esa fuente superficial.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Analizar y determinar la disponibilidad y uso potencial del agua en el área de importancia para la conservación en el área de importancia para la conservación de la vida silvestre La Montañita.

2.2 Específicos

Determinar la calidad de agua de la Quebrada en el área de importancia para la conservación de la vida silvestre La Montañita. Con la cual se determinará el uso potencial del agua.

Describir las características físico-químicas y biológicas de las muestras de agua de la Quebrada en el área de importancia para la conservación de la vida silvestre La Montañita.

Cuantificar la cantidad de agua disponible para cultivos agrícolas potenciales en cercanías de La Montañita para la UNA y para productores vecinos.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 El agua

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la tierra desde hace más de 3,000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de oxígeno y uno de hidrogeno que unidos entre si firman una molécula de agua, H₂O, unidad mínima en que esta se puede encontrar. La forma en que esta molécula se une entre sí, determinara la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno como líquidos, en lluvias, ríos, océanos entre otros, como sólidos en témpanos y nieves o con gas en las nubes.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 97%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en un 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0.7% se encuentra en forma de ríos y lagos (citado por Fúnez Xavier, 2005).

La protección de las reservas acuíferas disponibles en el planeta es entonces una acción que todos los países, gobiernos y comunidades deben procurar a fin de asegurar que esos cursos naturales de agua permitan la subsistencia no sólo del ser humano si no de cualquier forma de vida conocida. En su circulación por encima y atreves de la corteza terrestre al agua reacciona con los minerales del suelo y de las rocas. Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son los sulfatos, los cloruros, los bicarbonatos de sodio, potasio, los óxidos de calcio y magnesio. Las aguas de la superficies suelen contener también residuos domésticos e industriales. (FDA.gov. *s.f.*).

3.2 Aguas superficiales

Las aguas superficiales son todas las aguas en estado líquido o sólido que fluyen o se almacenan sobre la superficie terrestre. Al agua que fluye por la superficie de la tierra hasta los cuerpos o masas de agua en la superficie se le conoce como escurrimiento superficial, y al agua que fluya por los ríos hasta los océanos se les denomina escurrimiento fluvial. Se considera que el 69% del agua que llega a los ríos en toda la tierra proviene de la lluvia y de la nieve derretida en sus cuencas, y el agua restante proviene de descargas de agua subterráneas. Las cuencas fluviales alimentadas en gran parte por la lluvia, ocupan el 60% del área de la tierra firme y sustentan al 90% de la población mundial

La deforestación puede causar cambios significativos en los patrones estacionales de los escurrimientos fluviales. Esto puede dar por resultado mayores tasas de escurrimiento superficial e inundaciones en temporada de lluvias, así como una gran probabilidad de ríos sin aguas en temporadas secas (UNSA *s.f.*).

La contaminación de los mantos de aguas superficiales puede ocurrir por fuentes puntuales y no puntuales. La principal fuente no puntual de contaminación del agua es la agricultura, los agricultores pueden hacer que las aguas superficiales no sean vertederos de fertilizantes y disminuir su infiltración a los mantos acuíferos, no utilizando cantidades excesivas de fertilizantes en tierras planas y evitar usarlos en laderas (citado por Fúnez Xavier, 2005).

3.2.1 Contaminación del agua superficial

La contaminación del agua superficial se da por la incorporación de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o aguas contaminadas, entre otros; estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

La contaminación de los mantos de aguas superficiales ha sido uno de los problemas ambientales más graves del presente siglo, puede ocurrir por fuentes puntuales y no puntuales.

- Las fuentes puntuales descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías y alcantarillas. Ejemplo: fábricas, plantas de tratamientos de aguas negras, minas, pozos petroleros, etc.
- Las fuentes no puntuales son grande áreas de terreno que descargan contaminantes al agua sobre una región extensa. Ejemplo: vertimientos de sustancias químicas, tierras de cultivos, lotes para pastar ganado, construcciones, tanques sépticos.

Entre los principales contaminantes de aguas superficiales podemos mencionar

- Aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).
- Agentes infecciosos.
- Productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas incluidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Minerales inorgánicos y compuestos químicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de cultivos, los suelos sin protección, las explotaciones mineras y los derribos urbanos.

- El calor también es considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada de la refrigeración de las fábricas y las centrales energéticas hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen (UNEX *s.f.*).

3.2 Aguas subterráneas

Es el agua que se desplaza por acción de la gravedad en el interior del suelo y ocupa el espacio poroso de las rocas que constituyen la corteza. Cuando en su movimiento descendiente alcanza un sustrato impermeable o una zona saturada, satura a su vez completamente a la zona subyacente y constituye el agua subterránea propiamente dicha (UNSA *s.f.*).

3.3 Parámetro que determinan la calidad del agua

La calidad del agua depende del uso que se le va a dar; agua para consumo humano necesita una alteración mucho menor que el agua para riego de jardines.

Para que el agua sea para el consume humano deberá satisfacer una serie de parámetros establecidos por las autoridades de salud, para que con ello, la población garantice su salud (IES 2013).

3.4 Parámetros físicos, químicos y biológicos que debe reunir el agua

3.5.1 Turbidez

En las aguas de abastecimiento la turbidez empeora con la presencia de partículas de limo, arcilla, plancton, microorganismos, arenas, etc. que deben ser eliminadas en los procesos de potabilización. Cuanto menor sea este valor más eficaz es un tratamiento de agua. Cuanto menor es esta dispersión más "clara" está el agua (AMICLOR *s.f.*).

3.5.2 Dureza

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio, la dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocado que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles, es importante mencionar que la dureza le da un sabor indeseable al agua.

3.5.3 Magnesio

El magnesio es un mineral que se encuentra presente en grandes cantidades en el cuerpo. El magnesio juega un papel importante en más de 300 reacciones químicas que mantienen el funcionamiento normal del cuerpo. La gente obtiene el magnesio de la dieta, pero a veces, si los niveles están muy bajos, se necesita tomar suplementos de magnesio. La ingesta de magnesio en la dieta puede ser baja, especialmente en las mujeres (NIH 2013).

Los iones de magnesio disueltos en agua forman depósitos en tuberías y laderas, por lo que se la llama aguas duras es decir, que contienen demasiado magnesio o calcio.

El magnesio es muy abundante en la naturaleza, y se halla en cantidades importantes en muchos minerales rocosos, como la dolomita, magnesita, olivina y serpentina, además se le puede encontrar en mayor cantidad en el agua de mar, salmueras subterráneas y lechos salinos. Es el tercer metal estructural más abundante en la corteza terrestre, superado solamente por el aluminio y el hierro (Bolaños, *et al.* 2013).

3.5.4 Color

El agua por sí misma es incolora. Si aparece color es debido a sustancia en suspensión o en solución, aunque en capas de gran profundidad se le suele detectar un matiz azul (Bolaños, *et al.* 2013).

El origen más común en el agua se debe a los compuestos orgánicos, formados por el proceso de descomposición vegetal de la capa superficial de la materia orgánica de todos los suelos, que está compuesta por los taninos y las sustancias húmicas, pero también pueden causar color algunos coloides formados por los óxidos de hierro y manganeso. Existen dos clases de color, el aparente y el verdadero; el color aparente es el que se presenta en el agua cuando no ha desaparecido la turbidez y será siempre mayor que el verdadero (GIA *s.f.*).

3.5.1 Sulfatos

Es un componente de las aguas naturales, igual que los cloruros. Los sulfatos intervienen en la conductividad total, y en cantidades altas, participa en fenómenos de corrosión de tuberías metálicas. Los sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones. Las aguas de minas y los efluentes industriales contienen grandes cantidades de sulfatos provenientes del uso del ácido sulfúrico (NIH 2013).

Entre las sustancias de mayor importancia que no debe existir en el agua de consumo doméstico, está el ion sulfato; debido a que su presencia en grandes cantidades parece tener efectos sobre el sabor y además actúa como laxante.

El agua de consumo con sulfatos trae muchos problemas en la descarga de desechos líquidos; por el mal olor y la alta corrosividad que causa en las alcantarillas. Cuando en el agua hay presencia de ion sulfato, hay ausencia de oxígeno el sulfato es reducido por las bacterias anaeróbicas a ion sulfuro, el cual se junta con el ion hidrógeno y produce el sulfato de hidrógeno H_2S causante del mal olor en el agua (GIA *s.f.*).

3.5.2 Nitrógeno de amoníaco

El amoníaco es uno de los componentes transitorios en el agua puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados.

Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoníaco. En general, la presencia de amoníaco libre o ion amoníaco es considerado como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos (ITEF *s.f.*).

3.5.3 Nitritos

Los nitratos (NO_3) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar en alimentos y aguas de bebida. Derivan principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes).

La utilización de fertilizantes nitrogenados, que se infiltran en el suelo, y las descargas de desechos sanitarios e industriales en pozos ciegos o zanjas de absorción, que también terminan infiltrándose en el suelo, contribuyen al aumento de la concentración de nitratos en los acuíferos subterráneos. A medida que todos estos compuestos nitrogenados son arrastrados por el agua hacia los acuíferos, a través del suelo, se producen reacciones químicas que terminan oxidando estos compuestos hasta el estado de nitratos (CDAGUAS 2009).

El nitrato en sí es relativamente poco tóxico. Su toxicidad viene determinada por su conversión a nitrito. El nitrato puede transformarse en nitrito por reducción bacteriana tanto en los alimentos (Durante el procesado y el almacenamiento), como en el propio organismo (en la saliva y el tracto gastrointestinal). Los nitritos en sangre oxidan el hierro de la hemoglobina produciendo

metahemoglobinemia, incapaz de transportar el oxígeno, muy frecuente en bebés (“Síndrome del bebé azul”). Por otro lado, los nitratos reaccionan con los aminoácidos de los alimentos en el estómago, produciendo nitrosaminas y nitrosamidas, sustancias que han demostrado tener efectos cancerígenos (AESAN 2012).

3.5.1 Nitritos

El nitrito es tóxico (2 g pueden causar la muerte una persona), al ser capaz de unirse a la hemoglobina de la sangre, de una forma semejante a como lo hace a la mioglobina de la carne, formándose metahemoglobina, un compuesto que ya no es capaz de transportar el oxígeno. Esta intoxicación puede ser mortal, y de hecho se conocen varios casos fatales por ingestión de embutidos con cantidades muy altas de nitritos, producidos localmente por un mal mezclado del aditivo con los otros ingredientes durante su fabricación. Para evitar esto, se puede utilizar el nitrito ya mezclado previamente con sal (AESAN 2012).

3.5.2 Cloruros

Los cloruros son sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependerá de la composición química del agua (UDISTRITAL *s.f.*).

Generalmente el agua superficial y subterránea en zonas no costeras poseen muy poca cantidad de cloruros; (no se debe confundir el cloro con los cloruros). Los límites de presencia de cloruros en el agua, se debe fijar más por criterio de sabor y aceptabilidad, que por daños fisiológicos que puedan causar; la norma nos indica como límite aceptable 250 mg. / lts. , pero en casos muy especiales de falta de agua, el organismo se puede habituar a concentraciones mayores (GIA *s.f.*).

3.5.3 Cloro

El cloro es uno de los cuatro elementos químicos estrechamente relacionados que han sido llamados halógenos. El flúor es el más activo químicamente; el yodo y el bromo son menos activos. El cloro reemplaza al yodo y al bromo de sus sales. Interviene en reacciones de sustitución o de adición tanto con materiales orgánicos como inorgánicos. El cloro seco es algo inerte, pero húmedo se combina directamente con la mayor parte de los elementos (LENNTECH *s.f.*).

3.5.4 pH

El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H^+) en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua. El agua disuelve casi todos los iones. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua (LENNTECH *s.f.*).

El pH es el resultado de todas las materias ácidas y básicas disueltas en el agua, el agua generalmente muestra un pH alrededor de 7, lo que significa que los componentes básicos y ácido están en equilibrio. Si el valor del pH es menor que 7 estamos en presencia de un agua y si el valor de pH es mayor que 7 estamos en presencia de un agua alcalina (UDISTRITAL *s.f.*).

3.5.5 Hierro y manganeso

El hierro y el manganeso son dos compuestos que siempre se encuentran juntos, los cuales pueden dar origen a serios problemas en fuentes de abastecimiento público, especialmente si estas son subterráneas, pero también ocasionan problemas en fuentes superficiales y embalses en ciertas épocas del año.

Tanto el hierro como el manganeso están presentes en casi todos los suelos en formas insolubles, y es el CO₂ (dióxido de carbono) presente en las aguas, el que se encarga de disolverlos, especialmente cuando se producen cambios en las condiciones ambientales debido a reacciones biológicas, solubilizando estos dos elementos e incorporándolos a ella, reacción que generalmente se produce en aguas desprovistas de oxígeno disuelto (GIA *s.f.*).

3.5.6 Calcio

Elemento químico, Ca, es el quinto elemento y el tercer metal más abundante en la corteza terrestre. Este elemento es esencial para la vida de las plantas y animales, ya que está presente en el esqueleto de los animales, en los dientes, en la cáscara de los huevos, en el coral y en muchos suelos. Los iones calcio disueltos en el agua forman depósitos en tuberías y calderas cuando el agua es dura, es decir, cuando contiene demasiado calcio o magnesio. Esto se puede evitar con los ablandadores de agua (LENNTECH *s.f.*).

3.5.7 Potasio

El cloruro de potasio se utiliza principalmente en mezclas fertilizantes. Sirve también como material de partida para la manufactura de otros compuestos de potasio. El hidróxido de potasio se emplea en la manufactura de jabones líquidos y el carbonato de potasio para jabones blandos. El carbonato de potasio es también un material de partida importante en la industria del vidrio (LENNTECH *s.f.*).

3.5.8 Sodio

El sodio es el sexto elemento en orden de abundancia de la corteza terrestre, es por esto y por la solubilidad de sus sales, que casi siempre está presente en la mayoría de las aguas naturales. La cantidad puede variar desde muy poco hasta valores apreciables (TAMPO 1999)

3.5.9 Fosfatos

Los fosfatos, compuestos que contiene fósforo, son nutrientes vegetales que, al mismo tiempo, pueden ser contaminantes. Cuando penetran en el agua, contribuyen a la formación de algas, de la misma forma en que lo hacen los nitratos. De hecho, el fósforo es el elemento cuya falta restringe el crecimiento de las plantas acuáticas.

Según la FDA los fosfatos proviene de diversas fuentes, las más comunes son los detergentes. Los fabricantes han tomado conciencia de los efectos que el exceso de fosfato puede tener sobre las redes de agua potable, por lo que han reducido el contenido de fosfato en los detergentes.

3.5.10 Coliformes

Las coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Su origen es principalmente fecal y por esos se consideran índices de contaminación fecal. Pero el verdadero índice de contaminación fecal es *Escherichia coli* tipo I ya que su origen fecal es seguro.

Las bacterias coliformes se encuentran en grandes cantidades en las heces de humanos o animales de sangre caliente y guardan una estrecha relación con bacterias que son patógenas o dañinas para el humano y capaces de generar enfermedades diarreicas que, dependiendo del colectivo, pueden desencadenar la muerte. Las coliformes pueden ser detectadas y cuantificadas con relativa facilidad mediante métodos simples de análisis, lo que las convierte en excelentes microorganismos indicadores de la higiene del agua y alimentos (USAL. S.f.).

3.5.11 Sólidos en suspensión

Las impurezas o sólidos suspendidos y disueltos en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos. Otro método es el tratamiento con ciertos compuestos, como el carbón activado, que elimina los sabores y olores desagradables.

Cabe mencionar que la agricultura, la ganadería comercial y las granjas avícolas, son las principales fuentes de muchos contaminantes orgánicos e inorgánicos de las aguas superficiales y subterráneas. Estos contaminantes incluyen demasiados sedimentos procedentes de la erosión de las tierras de cultivos como compuestos de fósforo y nitrógeno que, en parte, proceden de los residuos animales y de los fertilizantes comerciales.

3.6 Medición de caudal

3.6.1 Aforo con molinete

De acuerdo con Marbello (*s.f.*) el principio de la medición de velocidad con molinete es el siguiente: supóngase un molinete puesto en un punto de una corriente que tiene una velocidad V . La longitud S , es el recorrido de una partícula fluida moviéndose a lo largo del contorno completo de la línea que determina una vuelta de la hélice. La situación es análoga al suponer quieta el agua y el molinete desplazándose a través de ésta con velocidad V . Para un desplazamiento S , la hélice también dará una vuelta.

Para un movimiento uniforme, $V = \frac{S}{t}$

El espacio, S , recorrido por la hélice, o por la partícula líquida a través de ésta, se representa por el número de rotaciones, N , que da el molinete en t segundos.

Luego $V = \frac{N}{t}$

Como existen fricciones en las partes mecánicas del aparato, es necesario introducir un coeficiente de corrección, b.

$$\text{Entonces } V = b \times \frac{N}{t}$$

Y haciendo $n = \frac{N}{t}$, la frecuencia de giro, se tiene: $V = b \times n$

Con la sensibilidad del aparato se hace sentir a partir de determinada velocidad mínima, a, que en general, es del orden de 1 cm/s, por debajo de la cual el aparato no se mueve, la ecuación del aparato se transforma en:

$$V = a + b \times n$$

Dónde:

V = velocidad.

a = velocidad mínima.

b = coeficiente de corrección.

n = número de rotaciones.

Ecuación que corresponde a una línea recta. Los aparatos vienen con su respectiva ecuación de calibración, dependiendo del tipo de molinete y de la casa productora, o tabuladas las velocidades en función del número de revoluciones por minuto (Marbello *s.f.*).

3.6 Importancia del agua en agroecosistemas

La calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables / óptimas. Además, los distintos cultivos requieren distintas calidades de agua de riego.

Por lo tanto, es muy importante realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir. La calidad de algunas fuentes de agua puede variar significativamente de acuerdo a la época del año (como en una época seca / época de lluvias), así que es recomendable tomar más de una muestra, en distintos períodos de tiempo.

De todas las acciones humanas que modifican el ambiente, el establecimiento de agroecosistemas es el que afecta a la mayor superficie terrestre. En efecto, según estimaciones recientes, más de la mitad de la superficie de la corteza ha sido destinada a la práctica de la agricultura (12%), la ganadería (25%) o la plantación de bosques artificiales (15%) (Elliot y Cole, 1989).

De acuerdo con Soriano y Aguilar (1998), un agroecosistema puede ser entendido como un ecosistema que es sometido por el hombre a frecuentes modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos. Estas modificaciones afectan prácticamente a todos los procesos estudiados por los ecólogos y abarcan desde el comportamiento de los individuos y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía.

3.7 El agua para riego

La agricultura es el uso que mayor demanda del agua supone a nivel mundial. El riego de tierras agrícolas supone la utilización de un 70% de los recursos hídricos en el mundo. En los países en vías de desarrollo, muchas veces el agua utilizada para regadío represente el 95% del total de usos del agua, y juega un papel esencial en la producción y seguridad de los alimentos. A largo plazo, el desarrollo y mejora de las estrategias agrícolas para estos países está condicionado al mantenimiento, mejora y expansión de la agricultura de regadío (LENNTECH *s.f.*).

Un análisis del agua de regadío es recomendable antes de su utilización, para asegurarnos que la calidad de la misma es apropiada o las necesarias medidas de prevención y gestión son de aplicación (ex. buenas prácticas de gestión, uso de tecnologías convenientes en caso como las suministradas por Lenntech). Además, el agua debe de ser controlada a corto, medio, largo plazo para asegurarnos la validez de dicha agua para fines de regadío.

IV METODOLOGÍA

4.1 Localización del área de estudio

La investigación se realizará en la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada en ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, específicamente en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre “La Montañita”, se ubica geográficamente en la latitud norte de $14^{\circ} 49' 47.0''$ y longitud oeste $85^{\circ} 50' 46.1''$, (figura 1). Cuenta con un área total de 45 ha y limita al Norte con la comunidad Las Tablas; al Sur con el campus de la UNA; al Este con la comunidad Santa Clara y al Oeste con el campus de la UNA.

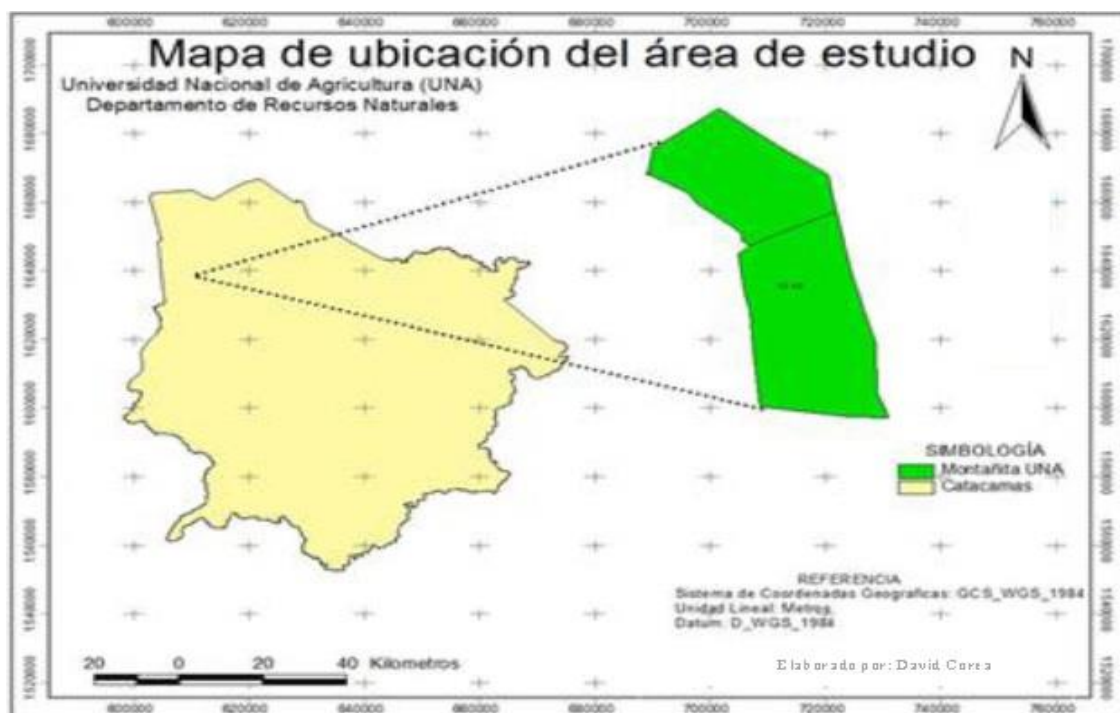


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre “La Montañita” Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho.

4.2 Descripción del lugar

El Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre “La Montañita”, está ubicado a una altitud promedio de 355 (msnm). La precipitación promedio en el municipio de Catacamas es de 1,152.3 mm/ año lo que equivale a decir 8 meses de invierno y 4 meses de verano, y la temperatura promedio es 25.3 °C (Canaca 2012), por lo que de acuerdo a la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1964) citado por Lamprecht (1990) La Montañita se encuentra entre las zonas de vida bosque muy seco tropical (BMST) y bosque muy húmedo subtropical (BMHST), es decir en una zona de transición, dado que mediante visitas de campo al sitio de estudio se observó que el tipo de bosque que ahí prevalece tiene características de ambas zonas de vida.

La Reserva Natural La Montañita es un remanente de bosque natural y el más cercano a la ciudad de Catacamas, a tan solo 7 km. Cuenta con aproximadamente 28 especies de aves (Benett 2011) algunas están presentes por la disponibilidad de agua, debido a que una quebrada de agua permanente cruza el bosque, lo que aumenta la cantidad de especies silvestres y en general la biodiversidad. Cabe mencionar que las continuas visitas por parte de docentes, investigadores, estudiantes y otras personas han reportado avistamientos de tortugas, tigrillos, guatusas e iguanas, entre otros.

En cuanto a la vegetación, existe una alta diversidad de plantas, mismas que a través de la presente investigación fueron identificadas las de importancia forestal.

4.3 Materiales y equipo

Los materiales que se utilizaron para la realización de los monitoreos de campo fueron: bolsas plásticas (herméticas y esterilizadas), baldes o botes plásticos, hieleras, regla, marcadores, libreta, masking tape, tablas de registro, mechero, pinzas y alcohol.

4.4 Método

La metodología de investigación se basó en la creación de una base de datos referente a la toma de muestras de aguas superficiales.

El monitoreo inició con la recolección de datos y el reconocimiento en campo de todos los puntos en estudio. Posterior a la toma de datos a nivel de campo y a la previa organización de los monitoreos a realizar, se procedió a la creación de la base de datos.

4.4.1 Recolección de la muestra

Para que las muestras no tuviesen ninguna alteración durante y después de tomarlas fue necesario considerar algunas recomendaciones que a continuación se describen.

Para obtener la mejor muestra se utilizaron únicamente recipientes limpios. Se enjuagaron los recipientes varias veces con el agua de la cual se tomó la muestra.

Se tomó la muestra de la fuente de suministro; esto disminuye la influencia que el sistema de distribución tiene sobre la muestra. Es de permitir que el agua fluya lo suficiente para así lavar el sistema. Se llenaron los recipientes de las muestras lentamente con un flujo moderado para evitar turbulencia y burbujas de aire; al momento del muestreo es importante mantener las manos limpias, lavadas con agua y detergente.

Es recomendable que transcurra el menor tiempo posible entre el acopio de la muestra y la entrega de la misma al laboratorio.

4.4.2 Procedimiento para la toma de muestra

- Se tomó 1 muestra de agua por cada punto a muestrear, 100 ml para el análisis bacteriológico y 2 lt para el análisis físico-químico.
- La muestra fue depositada en una bolsa de plástico hermética y esterilizada para el análisis bacteriológico y en botes plásticos (debidamente esterilizados y limpios) para las muestras físico-químicas.
- La muestra fue identificada de acuerdo a los datos de etiqueta y registro de control específico de la muestra.
- Para mantener las características físicas y biológicas de la muestra estas se depositaron en una nevera con hielo que conservó las muestras, evitando contacto con el sol para que no cambien las características propias de cada muestra de agua.
- Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Salud Pública (Control de alimentos y agua) ubicado en Juticalpa, Olancho el mismo día que se tomaron, para realizar su respectivo análisis.

4.4.3 Medición del caudal

Con el método del molinete o correntómetro se realizó el aforo del caudal en la parte alta y baja de la quebrada que se encuentra ubicada en el área de importancia para la conservación de la vida silvestre la montaña, el aforo que se realizó en la parte alta fue con el objetivo de obtener un dato de referencia para así hacer comparaciones con el caudal medido en la parte baja y para saber cuánto era el caudal medio o caudal base con el que cuenta la quebrada.

Los aforos se realizaron el 29 de julio; es decir en la época de canícula (periodo de verano), para saber cuánto era el caudal medio o caudal base con el que cuenta la quebrada. Los resultados de los aforos se expresaron en L/s.

Cabe mencionar que con la medida de los aforos solo se evaluó el agua que atraviesa la montañita, sin tomar en cuenta el agua que traspasa a las comunidades aledañas.

Con los datos obtenidos de los aforos, se procedió hacer comparaciones entre estos para saber cuánto es la capacidad que tiene la quebrada para abastecer determinado cultivo mediante el uso de riego.

V RESULTADOS Y DISCUCION

Como se puede observar en el cuadro 1 se tomaron dos muestras de agua en distintos puntos de muestreo el primero en La Ladrillera y el segundo después de La Planta Cárnica, siendo esta el cuerpo que vierte aguas contaminadas a La Quebrada en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita.

Cuadro 1. Promedio de variables medidas en sitios de muestreo

| ANALISIS | VALOR NORMAL | PUNTOS DE MUESTREO | |
|--------------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | LA LADRILLERA RESULTADOS | PLANTA CÁRNICA RESULTADOS |
| TURBIEDAD | 1 a 5 ntu | 6 ntu | 4 ntu |
| DUREZA | 400 máx. mg/l | 257 mg/l | 273 mg/l |
| NITRITOS | 0.1 - 3.0 mg/l | 0.010 mg/l | 0.010 mg/l |
| NITRATOS | 0 a 30.0 mg/l | 3.3 mg/l | 2.4 mg/l |
| COLORO LIBRE | 0 a 2.0 mg/l | 0.05 mg/l | 0.04 mg/l |
| COLORO TOTAL | 0 a 2.0 mg/l | 0.06 mg/l | 0.06 mg/l |
| FOSFATOS | 0 a 2.50 mg/l | 0.16 mg/l | 0.18 mg/l |
| SULFITOS | 0 a 0.70 mg/l | 0.06 mg/l | 0.04 mg/l |
| SULFATOS | 25 a 250 mg/l | 7 mg/l | 7 mg/l |
| HIERRO | Máx. 0.3 mg/l | 0.76 mg/l | 0.67 mg/l |
| COLIFORMES TOTALES | 0 col./100 ml | 0 col./100 ml | 0 col./100 ml |

4.5 Calidad del agua

5.1.1. Turbiedad

Como se observa en la figura 1, la turbiedad que presentan la muestra obtenida en el 1^{er} punto de muestreo de La Ladrillera, sobrepasa el valor permitido (6 ntu), la segunda muestra obtenida en el 2do punto de muestreo la Planta Cárnica, es una turbidez normal ya que se encuentra dentro de los valores permitidos en el rango de 1 a 5 ntu. Según FÚNEZ (2005), esto posiblemente se deba

principalmente a la acumulación de sedimentos procedentes de la erosión y a la escorrentía y en menor grado a la descarga de efluentes externos.

Se observó que la turbidez fue afectada por el contenido de materia orgánica. La suspensión la podemos ver por ejemplo, si se mezcla suelo con agua, no desaparecerá, sino que impedirá el paso de luz a través del agua, según la cantidad de suelo que se haya agregado. Tal mezcla puede considerarse como una suspensión, cuya permanencia o estabilidad dependerá del tamaño y sedimentación de las partículas de suelo (Gonzales 2006).

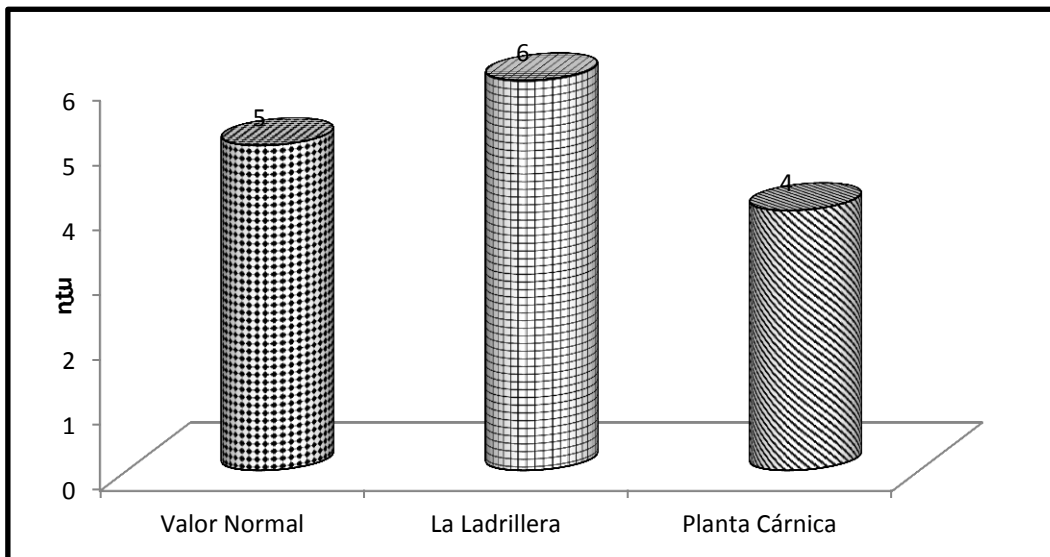


Figura 2. Porcentaje de turbiedad del agua en la Quebrada.

5.1.2. Dureza

Es importante mencionar que este parámetro está determinado por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. En las muestras realizadas en los dos puntos de muestreo, para evaluar este parámetro se encuentra que estos resultados están dentro del valor normal.

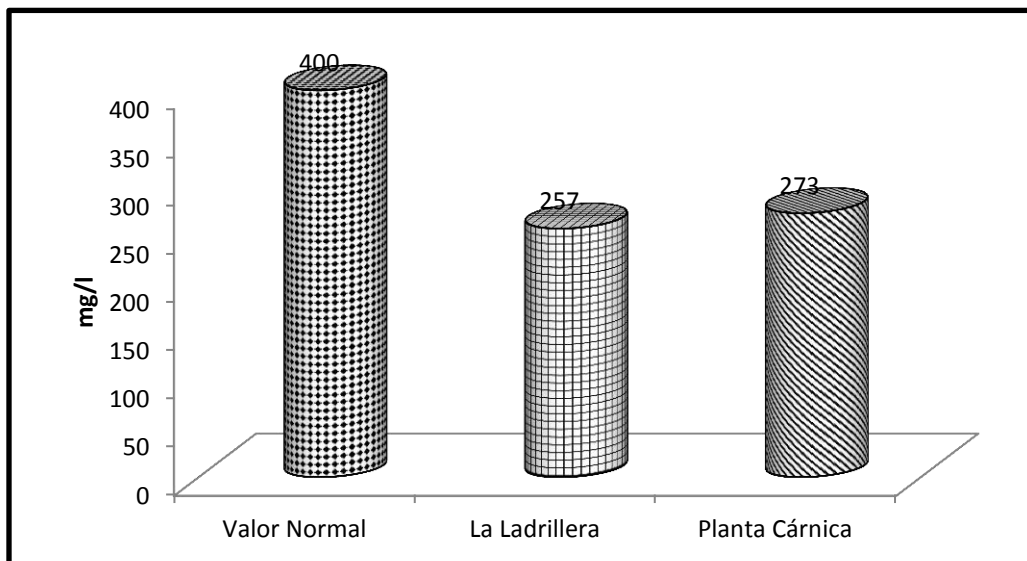


Figura 3. Porcentaje de dureza del agua en la Quebrada.

5.1.3. Nitritos y nitratos

Es importante mencionar que la presencia de nitritos en el agua es un indicativo de contaminación de carácter fecal reciente. Las muestras extraídas de los puntos de muestreo mostraron que este parámetro se encuentra en normal o por debajo de este (<3 mg/l), lo que no representa problemas para consumo humano. (Stumm y Morgan, 1981), menciona que en aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/l.

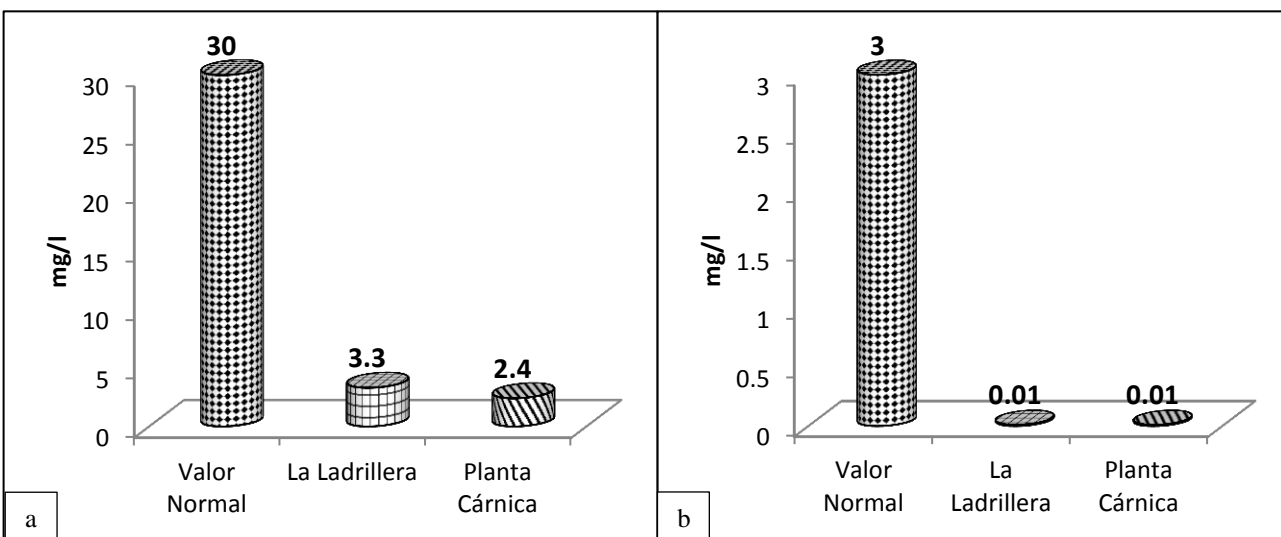


Figura 4. a) Porcentajes de nitratos del agua, b) Porcentaje de nitritos del agua.

Los valores del nitrato que presentaron los monitoreos, registraron valores normales permisibles ($< 3.0 \text{ mg/l}$). Según el Departamento de los Recursos Forestales de la Universidad de Chile, los valores bajos del nitrito y nitratos, son reflejo d aguas de baja productividad y alta calidad sin contaminación.

5.1.4. Cloro libre

En los dos puntos de muestreo, el cloro libre se mantuvo ene le rango normal permisible (0-2.0 mg/l). Para observar los porcentajes ver el cuadro 1 y la figura 5 respectivamente.

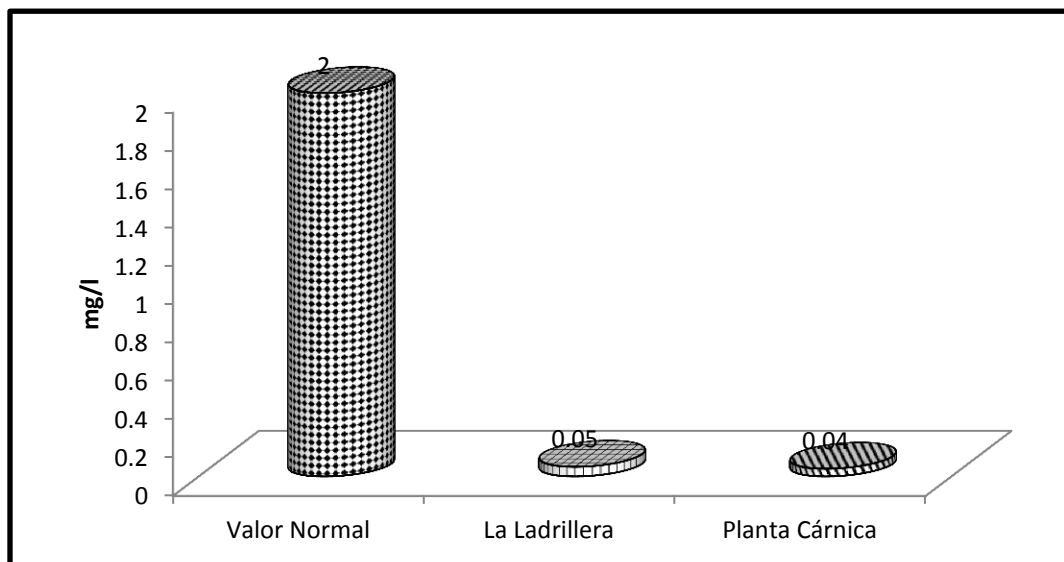


Figura 5. Porcentajes de cloro libre del agua la Quebrada.

5.1.5. Cloro total

El 100% de las muestras recolectadas en los diferentes puntos de muestreo se encontraron en el rango normal permisible (0-2.0 mg/l), estos datos nos indican que no presentan mayores riesgos para salud humana, ver cuadro 1 y figura 6.

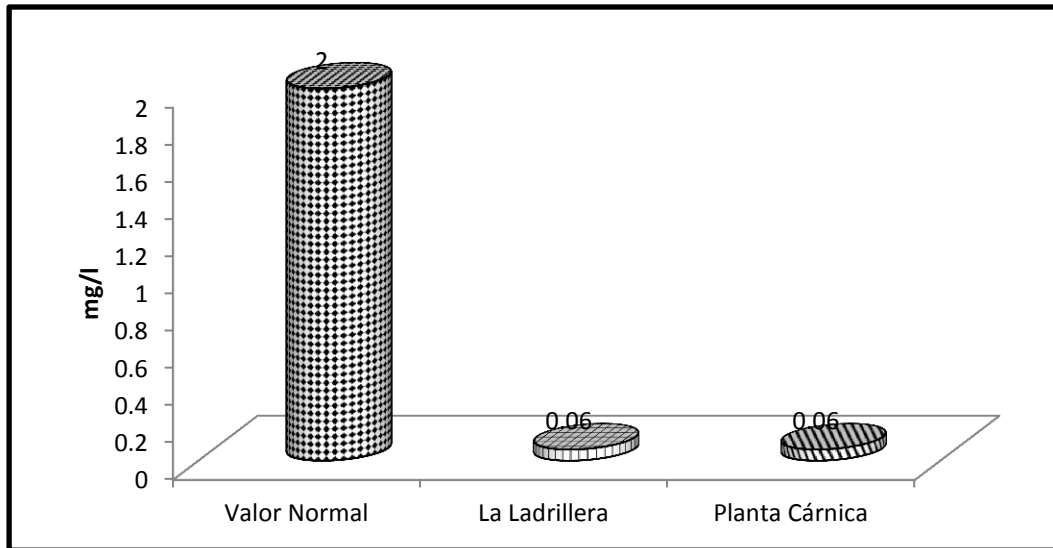


Figura 6. Porcentajes de cloro total del agua en la Quebrada.

5.1.6. Fosfatos

Primeramente es importante recordar que los fosfatos son productos formados por la sustitución de parte o todo el hidrogeno del ácido fosfórico por metales. Según el número de átomos de hidrógeno sustituidos, el compuesto se define como fosfato primario, secundario o terciario.

Evaluando los fosfatos en ambos puntos de muestreo podemos decir que se encuentran bajo el rango normal permisible (0-2.50 mg/l), observar figura 7 respectivamente.

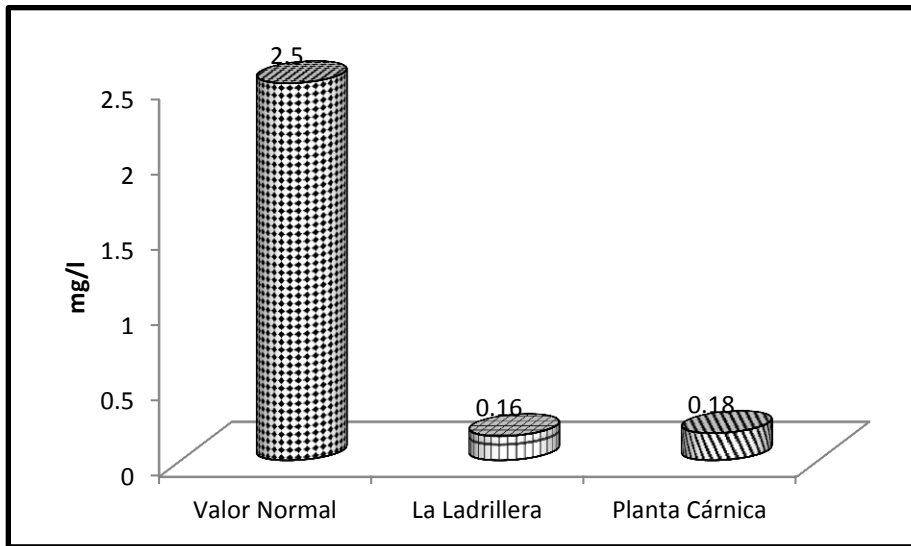


Figura 7. Porcentajes de fosfatos del agua de la Quebrada.

5.1.7. Sulfitos

El 100% de las muestras obtenidas en ambos puntos de muestreo reportaron valores de sulfito dentro del rango permitido (0-0.70 mg/l), para profundizar más acerca del comportamiento del sulfito ver figura 8.

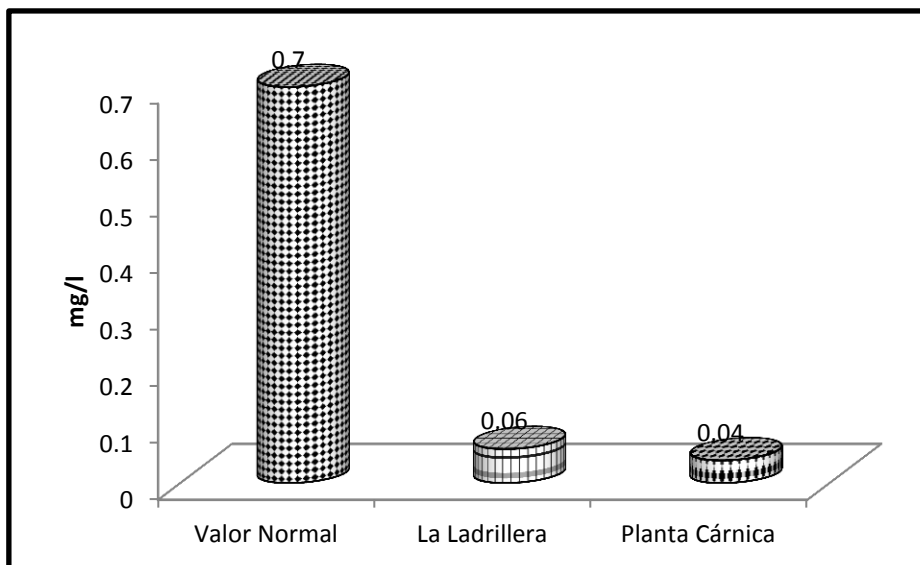


Figura 8. Porcentajes de sulfitos del agua en la Quebrada.

5.1.8. Sulfato

Para este parámetro hemos encontrado que en totalidad se registró niveles por debajo de los normales, por los que la utilización de esta agua no representa ningún tipo de obstáculo para cualquier actividad que le quiere dar. En la figura 9 se observa de cómo se han distribuido estos valores en los diferentes puntos de muestreo.

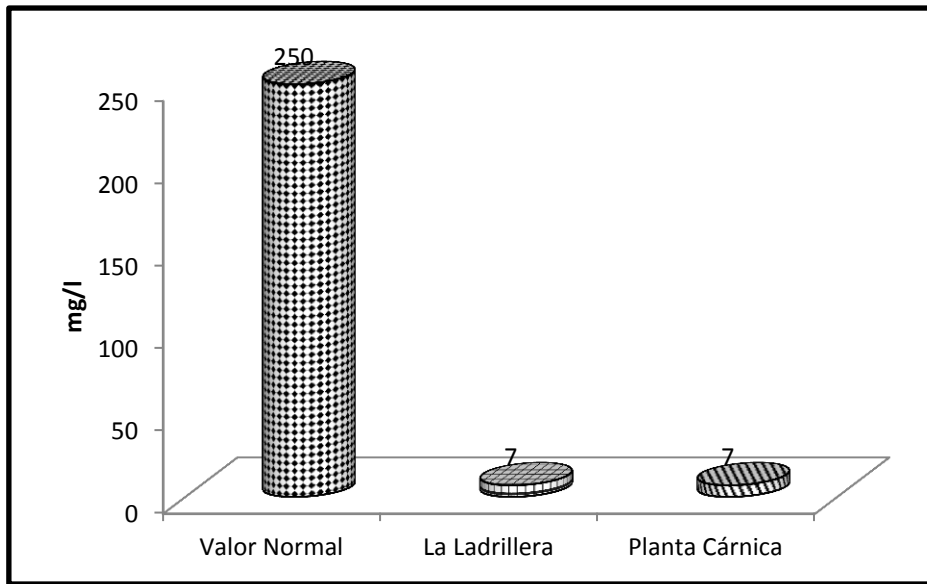


Figura 9. Porcentajes de sulfatos del agua en la Quebrada.

5.1.9. Hierro

En los dos puntos de muestreo, el hierro se mantuvo por arriba del rango normal permisible (max. 0.3 mg/l). Para observar los porcentajes ver el cuadro 1 y la figura 10 respectivamente.

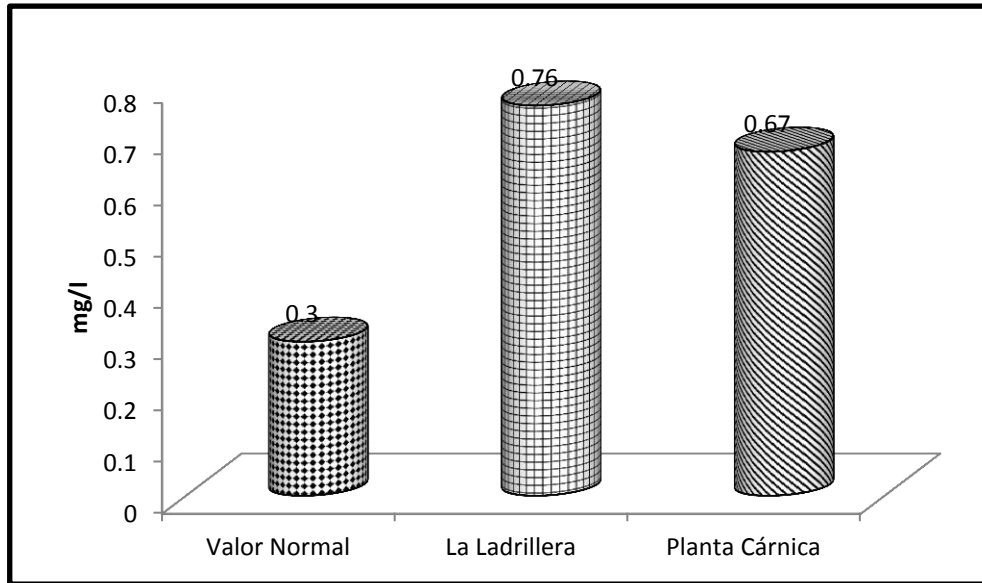


Figura 10. Porcentajes de hierro del agua en la Quebrada.

5.1.10. Coliformes totales

Primeramente es importante mencionar que este parámetro es el principal indicador para determinar la calidad del agua, la presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Se encontró que las coliformes fecales son los principales causantes del deterioro del agua. El 100% de las muestras obtenidas de los diferentes puntos de muestreo reportaron que se encuentran libres de coliformes por lo que la utilización de esta agua no representa ningún tipo de obstáculo para cualquier actividad que le quiere dar.

5.2. Medición de caudal

Los resultados obtenidos en la parte baja de La Quebrada La Montañita, demuestran que tiene como cantidad de agua disponible 21.141 lts/seg. Según FAO (*s.f.*), la demanda de agua para uso de riego en un área de 0.7 de hectárea (equivalente a 1 Manzana de área) es de 20.5 lts/seg. considerando la optimización del recurso agua, esto dependerá del tipo de riego a utilizar, es necesario dejar del flujo normal cerca de 1/3 del caudal para mantener el medio que necesita la fauna acuática para sobrevivir y realizar sus funciones biológicas (Cruz 2003).

VI CONCLUSIONES

En el análisis fisicoquímico se reporta que la turbidez en el primer punto de muestreo antes de cruzar La Planta Cárnica presenta valores por arriba del rango normal permisible, y en el segundo punto de muestreo, después de cruzar La Planta Cárnica muestra valores dentro del valor normal permisible esto debido a los cambios de velocidad en el arrastre de agua generando erosión y sedimentación los cuales son factores que propician la turbidez.

Los coliformes es el parámetro biológico que representa la calidad del agua en los diferentes puntos de muestreo, encontrándose cero colonias de este parámetro por lo que el agua es apta para uso doméstico y para riego.

Según el resultado de los análisis fisicoquímicos reportan que los parámetros en su totalidad para determinar calidad de agua muestran valores dentro del rango permisible y las aguas pueden ser de utilización debido a que no representa ningún tipo de obstáculo para cualquier actividad de irrigación, ganadería.

El caudal obtenido (21.141 L/s) en la parte baja de La Quebrada de La Montañita es apto para el uso de regadío en diversos cultivos. Enfatizando en el uso racional del agua.

VII RECOMENDACIONES

Se debe socializar la información a los pobladores y a las autoridades e instituciones competentes de La Quebrada en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita, sobre la importancia de sus aguas y la forma de evitar la contaminación de la misma.

Que los futuros estudios de estas aguas se realicen con más frecuencia para tener un mejor registro de las condiciones de la calidad y disponibilidad del agua de La Quebrada en el Área de Importancia para la Conservación de la Vida Silvestre La Montañita.

Para obtener agua de óptima calidad en La Quebrada es necesario realizar proyectos de potabilización.

Se deberán hacer estudio de capacidad de campo y lámina de agua en las áreas aledañas a La Montañita, con el objetivo de contar una base de datos que nos represente la disponibilidad de agua en los diferentes meses del año y de esta manera obtener resultados más precisos para futuras recomendaciones.

VIII BIBLIOGRAFIA

AESAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). ES. 2012. Cadena alimentaria. Consultado el 3 jul 2013. Disponible en http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subdetalle/nitratos.shtml

BOLAÑOS, A, G. PEREZ, L, M and GARZA, C, E. Mx.2011. Análisis de agua. Consultado 14 jul 2013. Disponible en <http://arturobola.tripod.com/color.htm>

CDAGUAS (Consultora de Aguas). AR. 2009. Nitratos en Agua Potable. Consultado el 3 jul 2013. Disponible en http://www.cdaguas.com.ar/pdf/aguas/06_Nitratos_en_agua_potable.pdf

ELLIOT ET & CV COLE. 1989. A perspective on agroecosystem science. *Ecolgy* 70 (6): 1597-1602

FDA (Food and Drug Administration). *s.f.* el agua. Consultado 1 ago. 2013. Disponible en <http://www.fda.gov/aboutfda/enespanol/default.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). Factores de manejo de cultivos. Consultado 12 Nov. 2013 disponible en ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm#top

GIA (Granja Integral Autosuficiente). *S.f.* CO. Desarrollo endógeno agropecuario, El agua. Vol. 21. 64 p.

IES (Instituto de Educación Superior) ES. 2013. Parámetros calidad del agua. Consultado el 28

jul 2013. Disponible en <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jLAZGzYWwGuj:ies.rayuela.mostoles.educa.madrid.org/Publicaciones/ApuntesCienciasTierra/x-otros/aguacalidad.htm+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=hn>

ITEF (Instituto Nacional de la Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado). ES. *S.f.*
Consultado el 28 jul 2013 disponible en <http://roble.pntic.mec.es/~mbedmar/iesao/quimica/nitrogen.htm>

LENNTECH (Universidad Técnica de Delft). Países Bajos. *S.f.* propiedades químicas del cloro.
Consultado el 4 jul 2013. Disponible en <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cl.htm>

NIH (Instituto Nacional de la Salud). EEUU. 2013. Magnesio. Consultado el 14 jul 2013.
Disponible en <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/998.html>

RODRIGUEZ, SERGIO, A. AR.2010. La dureza del agua. Consultado el 13 nov 2013.
Disponible en http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf

SORIANO, A. El Agroecosistema. Apuntes de Ecología. Departamento de Ecología. Facultad de Agronomía. UBA

STUMM Y MORGAN. 1996. Aquatic Chemistry: chemical equilibria and rates and natural waters. 1022 p.

TAMPO, DEBORAH. 1999. Aguas envasadas. México, D.F. 204 p.

UDISTRITAL (Universidad Distrital Francisco José de Caldas). *S.f.* CO. Calidad de agua.
Consultado el 4 jul 2013. Disponible en <http://www.gemini.udistrital.edu.co/comunidad//calidadweb/ca112.htm>

UNAS (Universidad Nacional de San Agustín). *s.f.* el agua. Consultado 1 ago. 2013. Disponible en

http://www.unsa.edu.ar/introgeo/download/apoyobiblio/powerpoint/aguas_superficiales_aguas_subterranas.pdf

UNEX (Universidad de Extremadura). *S.f.* ES. Contaminantes del agua. Consultado el 3 ago. 2013. Disponible en <http://www.unex.es/>

USAL (Universidad de Salamanca). ES. Agua . Consultado el 22 jul. 2013. Disponible en <http://www.usal.es/>

Marbello Pérez, R. *s.f.* CO. Hidrometría y Aforo de Corrientes Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Civil. 8 p.

ANEXOS

Anexo 1. Formato para la toma de datos.

| Número de puntos. | Distancia entre puntos Mts. | Profundidad Mts. | Ubicación Molinete Mts. | Número de Sonidos | Tiempo en segundos | Velocidad Media M/S | Tirante en: Mts. | Ancho de la sección: Mts. | Área en: M ² | Caudal en: M ³ /Seg. | NOTAS |
|-------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | | | | | | | | | | | Nombre/Fuente: _____ |
| 2 | | | | | | | | | | | Número de Aforo: _____ |
| 3 | | | | | | | | | | | Fecha: _____ |
| 4 | | | | | | | | | | | Observador: _____ |
| 5 | | | | | | | | | | | Hora Inicio Aforo: _____ |
| 6 | | | | | | | | | | | Hora Final Aforo: _____ |
| 7 | | | | | | | | | | | Tipo de molinete: _____ |
| 8 | | | | | | | | | | | Número tornillo usado: _____ |
| 9 | | | | | | | | | | | $V=aN+b$ donde $a=0.675$ $b=0.009$ |
| 10 | | | | | | | | | | | $N=\#son.x \# tornillo.usado./Tiempo(seg.)$ |
| 11 | | | | | | | | | | | Velocidad media: _____ |
| 12 | | | | | | | | | | | Área: _____ |
| 13 | | | | | | | | | | | QT= Caudal total: _____ |

Ancho de la fuente: _____ Mts.