

Determinación de la contaminación a un nacimiento de agua por fertilizantes  
nitrogenados asociados a la caficultura en finca la comunidad, vereda Versalles del municipio  
de Acevedo, Huila

John Jairo Muñoz Toro

Luz Amparo Argote Muñoz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Semillero Rosiye

CCAV Pitalito

Octubre de 2018

Determinación de la contaminación a un nacimiento de agua por fertilizantes  
nitrogenados asociados a la caficultura en finca la comunidad, vereda Versalles del municipio  
de Acevedo, Huila

Por:

John Jairo Muñoz Toro

Luz Amparo Argote Muñoz

Para:

Optar al título de ingenieros ambientales

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa de Ingeniería Ambiental

Semillero Rosiye

CCAV Pitalito

Octubre de 2018

## Resumen

En el presente informe se realizó el estudio del aporte contaminante proveniente de fertilizantes nitrogenados asociados a la caficultura, que afecta el nacimiento de agua que a su vez abastece una familia de la vereda Versailles, finca la comunidad, del municipio de Acevedo Huila,

Para conocer la concentración de nitrógenos en el flujo de escorrentía con influencia en la fuente hídrica, se instaló una parcela experimental de escorrentía con un área de 56 metros cuadrados, ubicada en el área de influencia del nacimiento y a una distancia de 50 metros del nacimiento de agua. La cual, mediante su sistema de recolección de aguas permitió la recopilación de diversas muestras para su posterior análisis.

Por otra parte, para complementar los datos requeridos por el estudio se hizo necesario el uso de equipos entre los que se encuentra un par de sensores de humedad y temperatura del suelo para evaluar el comportamiento de estos dos parámetros a dos diferentes profundidades, y consecuentemente se realizó un monitoreo de precipitación en donde se instaló un pluviómetro en la zona de estudio, su adecuación se realizó en un espacio libre de obstáculos que desvíen o impidan la recolección del agua, posteriormente se realiza la medición de la cantidad de agua recolectada expresando las unidades de medida en mm después de cada precipitación en el transcurso del proyecto.

Las muestras de agua fueron analizadas con un kit colorimétrico para la estimación de la concentración de nitritos y nitratos, y de esta forma se comparó con los límites establecidos por la normatividad colombiana para este parámetro en agua cruda, y en base a esta evaluación

se establecieron los resultados de la investigación. Los cuales evidencian que los niveles de estos iones no sobrepasaron el nivel admisible establecido en la norma.

### **Palabras claves**

Nitritos, nitratos, fertilizantes nitrogenados, Café, contaminación hídrica, parcela experimental.

### **Abstract**

In the present report, the study of the polluting contribution from nitrogenous fertilizers associated with coffee cultivation was studied, which affects the birth of water that in turn supplies a family from the village of Versailles, the community farm, of the municipality of Acevedo Huila,

To know the concentration of nitrogens in the runoff flow with influence on the water source, an experimental runoff plot was installed with an area of 56 square meters, located in the area of influence of the birth and at a distance of 50 meters from the birth of Water. Which, through its water collection system allowed the collection of various samples for further analysis.

On the other hand, to complement the data required by the study it was necessary to use equipment among which is a pair of humidity and soil temperature sensors to evaluate the behavior of these two parameters at two different depths, and consequently conducted a rainfall monitoring where a rain gauge was installed in the study area, its adaptation was made in a space free of obstacles that divert or prevent the collection of water, then the measurement

of the amount of water collected expressing the units is made of measurement in mm after each rainfall during the course of the project.

The water samples were analyzed with a colorimetric kit for the estimation of the concentration of nitrites and nitrates, and in this way was compared with the limits established by the Colombian regulations for this parameter in raw water, and based on this evaluation were established the results of the investigation. Which show that the levels of these ions did not exceed the admissible level established in the standard.

## Contenido

	Pág.
1. Introducción.....	11
2. Justificación.....	12
3. Planteamiento del problema.....	14
4. Objetivos.....	16
5. 3.1 Objetivo general.....	16
6. 3.2 Objetivos específicos.....	16
7. Marco teórico conceptual.....	17
8. Caso de estudio.....	23
9. Metodología.....	24
10. Resultados.....	38
11. Análisis de resultados.....	51
12. Conclusiones.....	62
13. Recomendaciones.....	63
14. Bibliografía.....	64

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1, Aplicación de fertilizantes, días de fertilización.....	33
Tabla 2, Agua esorrentía recolectada .....	38
Tabla 3, valores de muestras de agua esorrentía, nitritos y nitratos' .....	39
Tabla 4, Datos de muestre de Humedad a 30 cm de profundidad.....	41
Tabla 5, Datos de muestre de Humedad a 40 cm de profundidad.....	43
Tabla 6, Datos de muestre de temperatura a 30 cm de profundidad.....	45
Tabla 7, Datos de muestre de temperatura a 40 cm de profundidad.....	47
Tabla 8, Monitoreo de precipitación.....	49

## **Lista de figuras.**

	<b>pg.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica, imagen satelital ubicación de la parcela.....	<b>23</b>
Figura 2. Diagrama de flujo de metodología .....	<b>24</b>
Figura 3. Canales recolectores de agua esorrentía.....	<b>26</b>
Figura 4. instalación del techo parabólico.....	<b>27</b>
Figura 5. Instalación del plástico en los canales.....	<b>27</b>
Figura 6. Terreno de la parcela experimental.....	<b>28</b>
Figura 7 Almacenamiento de agua esorrentía de la parcela experimental.....	<b>28</b>
Figura 8. Sensores de humedad a 30 y 40 cm de profundidad.....	<b>29</b>
Figura 9. Lisímetro a 30cm de profundidad.....	<b>30</b>
Figura 10. Lisímetro a 40 cm de profundidad.....	<b>31</b>
Figura 11. Instalación del Pluviómetro.....	<b>32</b>
Figura 12. Kit colorimetrico de nitritos.....	<b>35</b>
Figura 13. Kit colorimétrico de nitratos.....	<b>35</b>
Figura 14. Resultados de niveles nitritos y nitratos en agua esorrentía.....	<b>40</b>
Figura 15. Variación de humedad a 30cm de profundidad.....	<b>42</b>



Figura 16. Variación de humedad a 40cm de profundidad.....	<b>44</b>
Figura 17. Variación de temperatura a 30cm de profundidad.....	<b>46</b>
Figura 18 Variación de temperatura a 40cm de profundidad. ....	<b>48</b>
Figura 19. Monitoreo de precipitación.....	<b>50</b>
Figura 20, Humedad a 30cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía.....	<b>54</b>
Figura 21, Humedad a 40cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía.....	<b>55</b>
Figura 22, Temperatura a 30cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía.....	<b>56</b>
Figura 23, Temperatura a 40cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía.....	<b>57</b>
Figura 24, precipitación VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía....	<b>58</b>
Figura 25, comparación de NO2 con la norma.....	<b>60</b>
Figura 26, comparación de NO3 con la norma.....	<b>61</b>

## Introducción

Los nitratos se encuentran presentes naturalmente en suelos, agua, vegetales y tejidos animales. Los niveles de estos nitratos en suelos cultivados y en agua se ven incrementados por la utilización de fertilizantes nitrogenados los cuales son utilizados con el fin de acelerar y mejorar la producción según **(Osorio, 2014)** el cultivo de café requiere de una fertilización oportuna de 3 veces por año; el grave impacto de esta acción consiste en la acumulación de nitratos en el subsuelo que, por lixiviación o percolación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados por escorrentía hacia los cauces y reservorios superficiales de agua (Gonzales, 2011). Generando alteraciones a la salud según (Felipe De Jesús Martínez Gaspar, 2011) al consumir agua con elevada concentración de nitratos la hemoglobina que es la encargada de captar el oxígeno de los alveolos pulmonares y comunicarlo a los tejidos es convertida en metahemoglobina la cual se caracteriza por inhibir el transporte del oxígeno en la sangre; en el medio ambiente al presentarse una elevada concentración de nitratos en las fuentes hídricas según **(Aguilar, 2016)** se genera el proceso de eutrofización donde los efectos son los florecimientos algales; cuando éstos persisten, el oxígeno disuelto de forma natural en el agua se agota y sobrevivir se vuelve imposible para muchos organismos.

En este sentido, la implementación de una parcela experimental de escorrentía permitió recolectar muestras para identificar la cantidad de nitritos y nitratos que se encuentran presentes en el agua recolectada; permitiendo determinar si las concentraciones de estos iones contaminan el nacimiento de agua que abastece la finca la (comunidad) y a su vez verificar la influencia que presenta el comportamiento de las variaciones de temperatura y humedad en la concentración de los iones nitritos y nitratos que se determinó mediante el

análisis de las figuras tanto de estos mismos parámetros como la concentración de los nitritos y nitratos; según (Perdomo) afirma que la temperatura del suelo también afecta la absorción de NO<sub>3</sub>, siendo ésta menor a temperaturas bajas. En suelos que tienen un pH bajo o medio este proceso es máximo, inhibiéndose cuando la concentración de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> es alta.

Es de esta manera, como el desarrollo del estudio se plantea como un proyecto investigativo debido a que se enfoca en identificar la cantidad de nitritos y nitratos que son incorporados a la escorrentía o la percolación, permitiendo conocer la concentración de estos iones y así mismo determinar si su aporte es contaminante del nacedero de agua ubicado en la vereda Versailles, del municipio de Acevedo (Huila). Para así determinar el uso correcto del recurso hídrico de acuerdo a la normatividad vigente, evitando repercusiones a la salud de los habitantes consumidores de este mismo.

## **1. Justificación**

En la actualidad la agricultura presenta diversos efectos hacia el medio ambiente, dentro de las principales alteraciones se encuentran la intervención en el recurso hídrico, una de las principales fuentes de contaminación del agua es por nitratos, los nitratos actualmente constituyen la principal “fuente de contaminación difusa” de las aguas (superficiales y subterráneas), se establece como una de las problemáticas ambientales más importantes con respecto al ciclo del nitrógeno, la acumulación de estos nitratos en el subsuelo (Felipe De Jesus Martinez Gaspar, 2011), por medio de la lixiviación o escorrentía pueden llegar a la fuente de agua que es utilizada para consumo humano, la contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los problemas más

importante en casi todos los países desarrollados y, en muchos países en desarrollo, (La FAO (1990a)

Partiendo de que el agua es una de las sustancias químicas más importantes del planeta Para que los grupos humanos y los ecosistemas puedan prosperar, esa agua debe ser limpia, permanecer limpia y, más importante aún, debe estar al alcance de todos. (BOKOVA 2010),

Por la problemática anteriormente mencionada, se hace necesario investigación y evaluación del estado en el que se encuentra el agua que se está utilizando para abastecimiento de consumo humano de la finca la comunidad, del municipio de Acevedo vereda Versailles. de aquí la importancia de monitorear los niveles de nitritos (NO<sub>2</sub>-) y nitratos (NO<sub>3</sub>) el monitoreo se realizó directamente a la fuente hídrica y a la escorrentía que llega al nacimiento. La investigación es de gran importancia, puesto que no solo se beneficia las familias de finca la comunidad, sino también, podremos tomar como referente el resultado de este mismo para las demás fincas cafeteras, muchos habitantes se abastecen de agua de los nacederos de sus fincas, la mayoría de los nacimientos están rodeados por cultivos de café, que a su vez es el principal producto de nuestra región.

## 2. Planteamiento del problema

La agricultura conforma una de las principales fuentes de ingresos en el departamento del Huila, a raíz de este hecho los agricultores han optado por acelerar e incrementar la producción mediante el uso de agroquímicos y fertilizantes. El cultivo de café se comprende como el principal factor de ingresos para las comunidades de Acevedo Huila, este cultivo requiere de una fertilización oportuna comprendida en un periodo de cada 4 meses. En la vereda Versalles ubicada en este mismo municipio, encontramos la finca la Comunidad donde se cultiva café variedad Colombia, la finca se divide en 10 lotes, en el lote número 4 se cuenta con 3000 árboles de café y es en este terreno donde se encuentra un nacimiento de agua el cual está ubicado a 50 metros de distancia de la parcela seleccionada, teniendo en cuenta las fuertes precipitaciones que se presentan en la zona, se generan procesos de escorrentía lo cual genera arrastres de fertilizantes hacia la fuente hídrica, presentado posible contaminación del nacimiento, modificando las propiedades del recurso generando posibles riesgos para las familias que se abastecen del nacimiento, hay mayor probabilidad que se genere contaminación debido a que el cultivo se encuentra plantado en una superficie pendiente por esta razón los abonos son arrastrados con facilidad por procesos de escorrentía directamente hasta el nacimiento de agua.

Con respecto a los impactos ambientales negativos, uno de los más considerables se presenta cuando los fertilizantes son arrastrados hasta una fuente hídrica y presentan una concentración elevada, donde puede originarse el proceso de la eutrofización. En un medio eutrofizado, según (Felipe De Jesus Martinez Gaspar, 2011) proliferan especies vegetales como las algas que cubren la superficie del medio acuático incrementando el consumo de oxígeno; así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de esta superficie

disminuyendo la capacidad auto depuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos.

En cuanto al impacto de la salud humana, que se manifiesta al ingerir agua con elevada concentración de nitratos. Pues las acciones de determinados microorganismos en el estómago pueden transformar los nitratos en nitritos que al ser absorbidos en la sangre convierten la hemoglobina en metahemoglobina, la cual se caracteriza por inhibir el transporte del oxígeno en la sangre (Felipe De Jesus Martinez Gaspar, 2011).

Este trabajo se ocupa para dar respuesta a la premisa ¿Cuál es la influencia en términos de contaminación en un nacimiento de agua por nitritos y nitratos, derivados de los fertilizantes nitrogenados aplicados al cultivo de café de la finca la comunidad, ubicada en la vereda Versalles, del municipio de Acevedo (Huila)

# Objetivos

## 2.1 Objetivo general

Estudiar el aporte contaminante causada por fertilizantes nitrogenados asociados a la caficultura en una parcela experimental instalada en la zona de influencia de un nacimiento de agua, finca La Comunidad, vereda Versalles del municipio de Acevedo, Huila

## 2.2 Objetivos específicos

Conocer la concentración de nitritos y nitratos asociados a la fertilización del café en el flujo de esorrentía en una parcela experimental.

Determinar cómo influye los parámetros de temperatura y humedad sobre la concentración de lo nitritos y nitratos en el flujo de esorrentía en una parcela experimental.

### 3. Marco teórico

El auge de la caficultura en Colombia, se desarrolló en base a la exportación de este grano, de ahí que una serie de acontecimientos históricos han marcado la evolución de esta. El aumento de cultivos y los altos índices de productividad en las zonas de la región Andina estuvo en los mejores momentos de Colombia, donde según (Lozano, 2010) los recursos naturales, la infraestructura, la localización, el mercado laboral, las condiciones de vida, la tecnología, el desempeño económico mejoraron las condiciones de los productores de café. Entre tanto, la caficultura se posicionó como una de las mejores opciones de la agricultura en las zonas rurales.

En la década de los setenta, la expansión del cultivo del café se dio en gran proporción en nuestro país, fue en la zona del eje cafetero y regiones como Santander Cauca y el Huila; de esta manera “estos departamentos hacen un aporte diferente a la producción nacional de café y forman parte de regiones claramente diferenciadas como Risaralda y Antioquia que hacen parte de la zona centro occidental donde se produce el 70% del café en Colombia; Santander pertenece a la zona Oriental, que representa alrededor del 15% de la producción. Finalmente, Huila y Cauca, ubicados en la zona sur producen el 12%” (Aristizabal; Duque, 2005).

La producción del café dio un fuerte impulso al desarrollo nacional y regional que no tenía precedentes en la historia de Colombia. Dentro de su participación en las exportaciones aumentó desde finales del siglo XIX, hasta llegar a más del 80% en la década de 1950; y en 1960 ocupaba una quinta parte de la tierra cultivada y empleaba más del 25% de los



trabajadores agrícolas (McGreevey, 1971). Gracias a los ingresos que recibió de esta actividad, el Estado pudo hacer las inversiones en infraestructura necesarias para modernizar el país (Machado, 1977).

Tipos de variedades que encontramos en Colombia: Variedad Tipica, borbon, Tabi, variedad castilla, caturra, variedad Colombia, Variedad Maragogipe, variedad tambo, estas son las variedades más comunes en Colombia, según los reportes de (Cenicafé, 2007) La densidad de siembra óptima es diferente según la variedad de café.

Según los estudios de (cenicafe) entre mayor sea la densidad de siembra, menor será la fertilización de una planta de café, las densidades de café oscilan entre los 4000 y los 10000 árboles según estudios de (cenicafe) todo depende de los climas y las condiciones del terreno.

### **Fertilización**

Para la fertilización es necesario Nitrógeno, Fósforo y Potasio estos son los componentes necesarios para la educada nutrición de las plantaciones de café, los caficultores de la zona vienen realizando la fertilización cada 4 meses, lo que equivale a una fertilización de 3 veces al año.

Según (Cafe, 2012) El Nitrógeno se considera el nutriente más limitante de la producción de café en Colombia, pues cuando se excluye de los planes de fertilización el rendimiento puede reducirse hasta un 80%.

(Cafe, 2012) Afirma que el potasio con base en la frecuencia y la magnitud de la respuesta de suministro de los nutrientes, el potasio ocupa el segundo lugar después del nitrógeno en suelos muy deficientes puede presentarse reducciones de la producción de hasta el 30%: y que la respuesta al suministro del fosforo ha sido ocasional y de baja magnitud, solo

se ha encontrado una reducción significativa en el rendimiento cuando los niveles de este suelo son muy bajos.

Los abonos nitrogenados sintéticos utilizados en la agricultura a gran escala pueden dejar un legado contaminante que persiste durante décadas en el suelo y aguas subterráneas; del 12 al 15 por ciento de los nitratos permanecen aún en el suelo 28 años después de su aplicación.

### **Efectos para la salud y el medio ambiente que generan los nitritos y nitratos:**

(Gaspar, 2011) la OMS ha establecido el nivel crítico en el agua para consumo humano de 44 ppm como NO<sub>3</sub> y 100 ppm para consumo animal. Cabe señalar que el efecto tóxico lo produce en realidad el nitrito (NO<sub>2</sub>). La reducción de la molécula ocurre en el estómago de algunos animales, especialmente en los rumiantes y humanos bebés. Los nitritos son de particular interés en la salud porque convierten la hemoglobina en la sangre a metamoglobina que según (Souza, 2008) la metahemoglobina es la forma oxidada de la hemoglobina, que, además de no vincularse con el oxígeno, aumenta su afinidad por la porción parcialmente oxidada de la hemoglobina. La concentración aumentada de la metahemoglobina en la sangre, proviene de las alteraciones congénitas y de la exposición a agentes químicos diversos, trayendo como resultado, un cuadro con múltiples diagnósticos diferenciales, que, si no se trata, puede conllevar al deceso; lo afirma también (Ryczel) que un exceso de estos iones nitritos en el agua potable causa metahemoglobinemia, una enfermedad que principalmente se manifiesta en bebés de hasta 6 meses de edad y causa la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno de los glóbulos rojos; como consecuencia inmediata de ello, ocasiona una disminución del oxígeno en los órganos y tejidos de todo el cuerpo, con daños en ellos e, incluso, la muerte.

## **Eutrofización**

El estudio mundial más completo sobre la eutrofización es el del Programa Cooperación sobre la Eutrofización, de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), realizado en el decenio de 1970 en 18 países (Vollenweider et al., 1980). Citando a (FAO, 1997). En un medio eutrofizado, según (Felipe De Jesus Martinez Gaspar, 2011) proliferan especies vegetales como las algas que cubren la superficie del medio acuático incrementando el consumo de oxígeno; así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de esta superficie disminuyendo la capacidad auto depuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos.

La contribución exacta de la agricultura a la eutrofización del agua superficial y a la contaminación de las aguas subterráneas es difícil de cuantificar.

En caso necesario, la utilización de isótopos ambientales puede facilitar el diagnóstico de la trayectoria seguida por los contaminantes hasta llegar a las aguas subterráneas y una vez que se han introducido en ellas (OIEA, comunicación personal, 1996). En RIVM (1992), citando a (FAO, 1997)

## **Parcela experimental**

(Saturnino de Albal, 2002) Afirma que las parcelas experimentales son esencialmente instrumentos de campo que permiten medir la producción de escorrentía y sedimentos en una superficie de terreno delimitada, de la que se conoce con detalle sus características edáficas, topográficas morfológicas, y aquellas relativas al estado de la vegetación, recubrimiento del suelo, prácticas de manejo, historia de los usos del suelo, et.

## **HI 3874 Test Kit de Nitrato**

(Instruments) Transcendencia de uso: Los iones de nitrato están presentes en pequeñas cantidades en el agua superficial y en mayores cantidades en algunas aguas subterráneas. El nitrato solo se encuentra en pequeñas cantidades en las aguas residuales domésticas, pero puede alcanzar concentraciones más altas (hasta 30 mg/L como nitrógeno) en los desagües de las plantas de tratamiento biológico de nitrificación. Las cantidades excesivas pueden contribuir a la metahemoglobinemia: muerte de bebés y enfermedad de adultos. Con el fin de evitar esto se ha impuesto un límite de 10 mg/L (como nitrógeno) en el agua potable.

NOTE: mg/L equivale a ppm (partes por millón).

(Instruments) Reacción química: Los Nitratos se reducen a Nitritos en presencia del Cadmio. Los nitritos producidos de este modo reaccionan con el reactivo hasta producir un compuesto naranja. La cantidad de color desarrollado es proporcional a la concentración de nitrato presente en la muestra acuosa.

## **Instrucciones**

**READ THE ENTIRE INSTRUCTIONS BEFORE USING THE KIT**

- Llene la cubeta de cristal con 10 mL de la muestra, hasta la marca.
- Añada 1 paquete de reactivo HI 3874-0.
- Vuelva a colocar la tapa y agite vigorosamente durante exactamente 1 minuto. Puede quedar algún depósito, pero no afectará a la medición. El tiempo y el modo de agitarlo pueden afectar a los resultados.
- Espere 4 minutos a que el color se desarrolle. Retire la tapa y llene el cubo comparador de color con 5 mL de la muestra tratada (hasta la marca).

Determine qué color se empareja con la solución en el cubo y registre el resultado como mg/L (ppm) de nitrato-nitrógeno

#### 4. Caso de estudio

La parcela experimental en la cual se realizaron los estudios y análisis está ubicada en el Municipio Acevedo al sur del Huila, vereda Versalles, finca denominada la comunidad. A una altura sobre el nivel del mar 1278msnm



Figura 1. Ubicación geográfica parcela experimental Fuente: (Google eart s.f).

Las personas residentes de esta localidad tienen el hábito de utilizar el agua proveniente de nacederos para consumo, es por esto que surge la idea de realizar un estudio, para determinar la contaminación por parte de los fertilizantes nitrogenados asociados a la caficultura hacia el nacedero de agua ubicado entre medio de cultivos de café en la finca la comunidad, debido a que la economía en la zona rural depende principalmente a la producción de este grano se hace indispensable el uso de fertilizantes incrementando de esta manera la posibilidad de contaminación de la fuente hídrica.

## 5. Metodología

A continuación, plasmamos un diagrama de flujo con los procesos que se realizaron para la instalación de la parcela experimental.

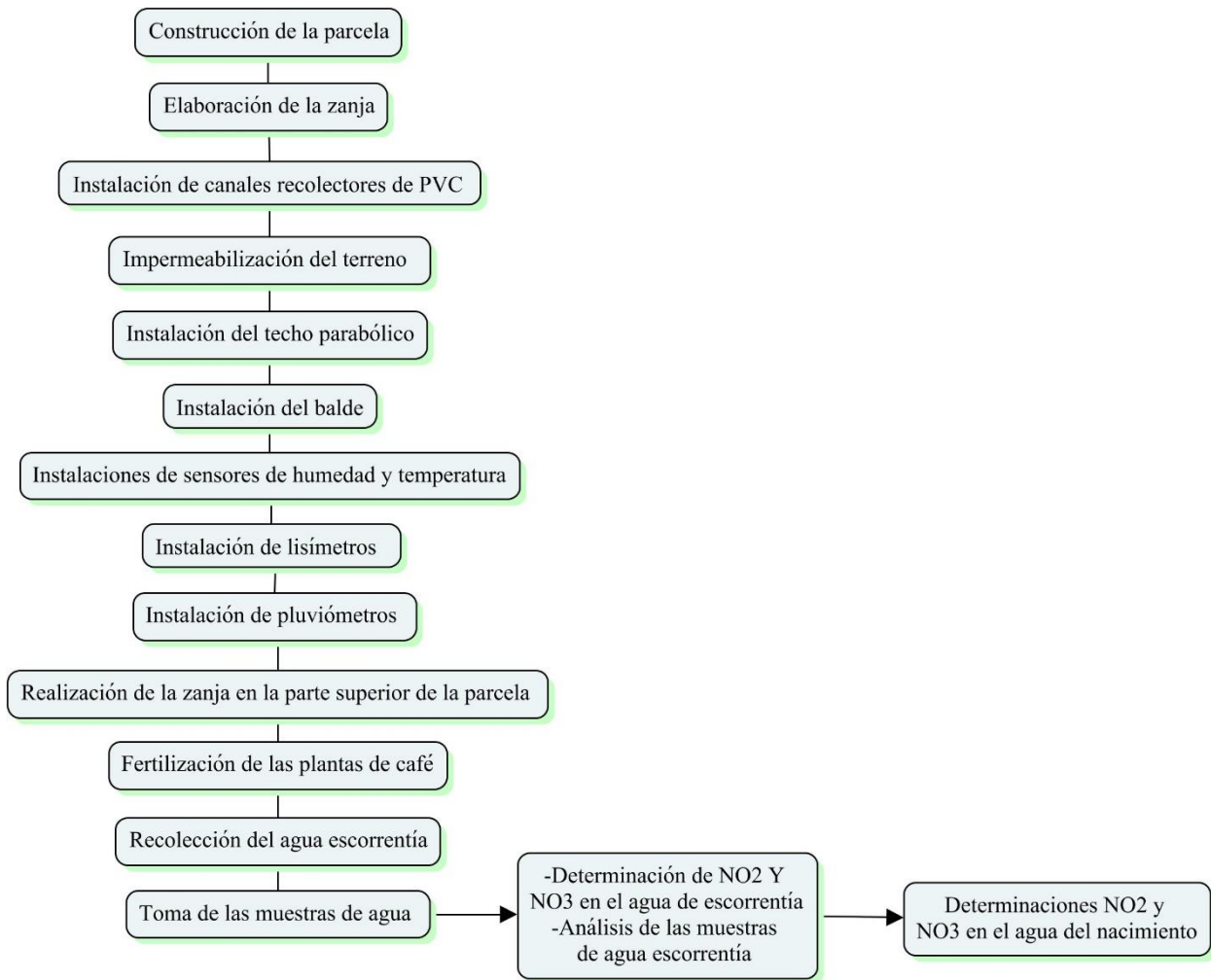


Figura 2, diagrama de flujo de metodología

Para conocer la concentración de nitritos y nitratos en el flujo de escorrentía que fluye hacia el nacimiento de agua en cuestión, se instaló de manera arbitraria una parcela experimental de escorrentía que consta de las siguientes características.

### **Parcela experimental de escorrentía**

#### **Materiales**

- canales recolectores de PVC de 3”
- plástico negro calibre 5, dimensión 14 metros de largo por 1M de ancho
- balde de 18 litros
- alambre liso calibre 10
- Pluviómetro
- . Codo de PVC
- Tubo PVC 1 Mt

#### **Dimensiones y ubicación**

El área de la parcela experimental consta de 56 metros cuadrados, 7 m de ancho por 8m de largo, abarca en su totalidad 25 árboles de café, la parcela experimental se encuentra ubicada a 50m de la parte superior del nacedero.

**Funcionamiento:** La función que cumple la parcela es la recolección del agua de escorrentía, los días de lluvia el agua llega a los canales que continuamente, se dirige un recipiente donde se almacena el agua que se presente durante el periodo de lluvia.

#### **Construcción de la parcela: Elaboración de la zanja.**

Para la construcción de la parcela se realizó una zanja de 30 cm de profundidad, en forma de U.



**Instalación de canales:** Posteriormente se colocan los canales de PVC recolectores del agua de escorrentía dentro de las zanjas.

**Impermeabilización del terreno:** Para la impermeabilizar del terreno se colocó plástico negro entre el suelo y los canales evitando así que el agua de escorrentía se desvíe del canal colector.

**Instalación del techo parabólico:**

Posteriormente con plástico negro se construye un techo en forma parabólica cubriendo la zona donde están ubicados los canales recolectores del agua escorrentía, la función del techo en forma parabólica es evitar que el agua lluvia llegue a los canales, esto con el fin que solo se recolecte agua escorrentía de la parcela.



Figura 3, canales recolectores agua escorrentía



Figura 4, instalación del techo parabólico



Figura 5, Instalación de plástico en los canales



Figura 6, terreno de la parcela

### **Instalación del balde**

Para la instalación del balde fue necesario realizar una apertura en suelo de aproximadamente un metro de profundidad para ubicar este recipiente que fue el encargado de recolectar las aguas de escorrentía de la parcela experimental, como se observa en la imagen este estaba unido junto a un tubo de PVC que permitía que el agua escorrentía llegara a este recipiente.



Figura 7, Almacenamiento de agua escorrentía de la parcela experimental

### **Instalación de sensores de humedad y temperatura**

-Sensores de humedad y temperatura: par de sensores de humedad y temperatura del suelo referencia 5TM de la marca Decagon Devices

-Los sensores de humedad se instalaron a dos diferentes profundidades a 30 y 40 cm de profundidad del suelo.

**Funcionamiento:** los sensores cumplen la función de la medición de la humedad y temperatura del suelo la humedad fue medida en  $m^3/m^3$  la temperatura en  $^{\circ}C$  El monitoreo de humedad se realiza por medio de sensores, la frecuencia con la cual se realiza el monitoreo es 1 vez al día o 2 veces por semana ,esto con el fin de estimar la humedad del suelo ,verificar las variaciones que hubo durante los tres meses que duro proyecto , para su instalación fue necesario realizar una apertura en el suelo y seguidamente instalar los sensores a las profundidades ya anteriormente mencionadas.



Figura 8, sensores de humedad a 30 y 40 cm de profundidad

### **Instalación de lisímetros**

-**lisímetros:** 2 lisímetros de succión Soil Solution Access Tube modelo SSAT de la compañía IRROMETER., también fue necesario la instalación de una bomba de extracción.

Los lisímetros fueron instalados a 2 diferentes profundidades a 30 y 40 cm. Para recolectar el agua en los lisímetros, y extraer las muestras fue necesario presurizar los lisímetros con la bomba de succión 70% con ello generando un vacío, que permita la captación de agua. Posteriormente extraer las muestras con una jeringa, Las muestras se recolectaron dependiendo los días de lluvia, particularmente se tomaron después de la precipitación, la toma de la muestra se realizó en las siguientes 12 horas, después de la precipitación.



Figura 9, lisímetro a 30cm de profundidad



Figura 10, lisímetro a 40 cm de profundidad

### **Instalación del pluviómetro**

Se instala el pluviómetro en una zona alejada de obstáculos que impida la recolección del agua lluvia, en este sentido se adecua una guadua que es donde se dispone la instalación del pluviómetro cerca al terreno de la parcela ubicada en una intemperie despejada de árboles que desvíen o impidan la recolección del agua: posteriormente se realiza la toma de apuntes de la cantidad de agua recolectada después de cada precipitación y se vacía el pluviómetro para disponer una nueva recolección, cabe la pena resaltar que se recolectaba información, los mismos días que se recolectaba el agua escorrentía. Por lo cual ambas tienen las mismas fechas.



**Figura 11, instalación del Pluviómetro**

**Realización de zanja en la parte superior de la parcela:**

Se realizó una zanja en la parte superior de la parcela esto con el fin que no permita que el agua esorrentía del resto de lote llegue a nuestra parcela experimental, y no altere nuestras muestras.

**Fertilización de las plantas de café:**

El componente del fertilizante aplicado a la parcela experimental es de 25N-4P- 24k, la cantidad de fertilizante por árbol fue de 100g, la fecha de la primera fertilización se realizó el 11/04/2018, posteriormente se aplica la segunda fertilización en el día 13/06/2018. Se aplicó de modo manual, para elegir la cantidad de fertilizante quisimos tomar como referente a los caficultores de la zona ya que ellos tienen una cantidad determinada para cada fertilización, las más común en casi todos los casos es de 100g pro árbol.

Tabla 1, Días de fertilización de la parcela experimental Fuente: (elaboración propia)

<b>Fecha</b>	<b>Fertilizante</b>	<b>Cantidad de fertilizante (g)</b>
11/04/2018	25-4-24 (Nutrición de plantas)	100 g
13/06/2018	25-4-24 (Nutrición de plantas)	70 g

**Recolección de agua de escorrentía:** El agua es guiada por medio de los canales de PVC hacia el recipiente dispuesto para la recolección.

**Toma de muestra de agua de escorrentía:**

Se recolecta del recipiente que está dispuesto para la acumulación de agua de escorrentía, se toma la cantidad de 200 mL de agua, el líquido sobrante es arrojado a las plantaciones de café.

Las muestras fueron tomadas de manera esporádica, tiene influencia los días de lluvia para poder recolectar agua escorrentía, la estimación de toma de muestras varía entre 3 días como tiempo mínimo y 19 días como tiempo prolongado, independientemente de los días de precipitación.

**Determinación de nitritos y nitratos en las muestras de agua escorrentía.**

Las muestras tomadas se concentran a un 10% esto quiere decir que de los 200 mL nos quedarían 20 ml, para realizar dicho proceso se hace necesario, tomar los 200mL y a temperatura media o baja dejar que el agua se evapore en un recipiente, y se concentre hasta quedar en 20 mL, este proceso de concentración dura aproximadamente 20 minutos a fuego lento.

Seguidamente después de tener concentrada la muestra continuamos con el proceso.



### **Análisis de las muestras de agua de escorrentía**

En este sentido para analizar las muestras utilizamos el kit de hanna este es un método manual, donde contamos con 2 indicadores, nitritos  $\text{NO}^{-2}$  y de nitratos,  $\text{NO}^{-3}$ , distribuimos los 20 ml en dos partes iguales, aplicamos a 10mL un indicador de nitritos y los otros 10 mL se aplica el indicador de nitratos, se agita vigorosamente la muestra durante 1 minuto, luego esperamos unos 4 minutos para que la muestra desarrolle su color para determinar los valores de concentración.

La concentración se hace con el fin de conocer los valores según la colorimetría de la muestra, los dos iones se miden en rangos de las de las siguientes escalas:

Nitritos: **0, 2 a 1,0,**

Nitratos: **10 a 50**

### **Análisis de las muestras de agua de escorrentía**

Se comparan los colores que desarrollo cada muestra y se compara con el kit colorimétrico para conocer la concentración de estos nitritos y nitratos

**Colorimétricos de nitritos y nitratos para identificar las muestras**



Figura 12, Kit colorimetrico de nitritos

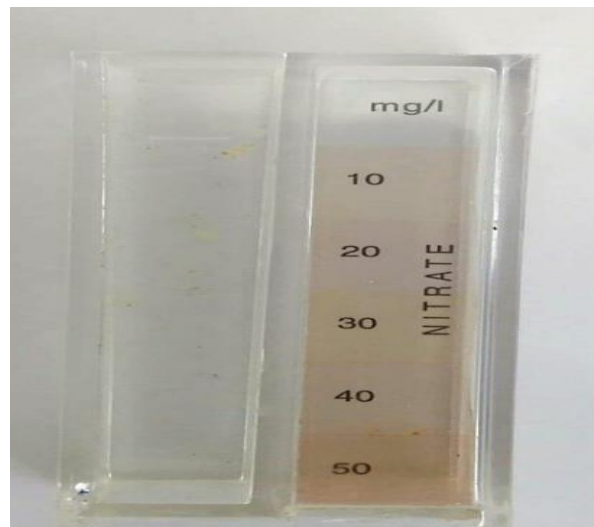


Figura 13, kit colorimétrico de nitratos

### **Determinación de nitritos y nitratos en el agua del nacimiento**

El agua recolectada para la toma de muestra de la fuente hídrica se realiza de la siguiente manera:

1. En la práctica se sumergió una botella, se le pone un tapón y se sumerge en el cuerpo del agua a la profundidad preseleccionada, se le quito el tapón a la botella, se deja llenar y se retira.
2. Se enjuago los recipientes de submuestras y de muestras con agua del sitio de muestreo (3 o 4 veces)
3. Sumergimos cada recipiente en dirección al caudal.
4. Tapar el recipiente asegurándose que no haya fugas de agua.
5. Consignar la información requerida en la etiqueta y pegarla al recipiente de muestra con cinta adecuada y suficiente.
6. Conservar el agua en temperatura idónea; las muestras tomadas en el nacimiento de agua se concentran a un 10% como antes mencionada en las muestras del agua de escorrentía, con los reactivos o indicadores se analizaron las muestras para determinar si existía presencia de nitritos y nitratos en esta fuente hídrica. La frecuencia en la que se tomaron las muestras dependía de las condiciones del clima, particularmente después de cada precipitación.

## **Criterios de determinación de contaminación por nitritos y nitratos en el agua del nacimiento**

La RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 (22 JUN 2017)

Por medio de La cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

En ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por los Decretos Ley 205 de 20003 y 2016 de 2003, los artículos 3°, 8° parágrafo 1,9° parágrafo 4 y 14 del decreto 1575de 2017.

Resuelve en el artículo 6° cuadro N°3 Las características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana donde encontramos que:

Nivel admisible para nitritos: 0.1 (mg/L)

Nivel admisible para nitratos: 10 (mg/L)

## 6. Resultados

Con el desarrollo de las actividades mencionadas en la metodología se logró recolectar, analizar y identificar la concentración de los nitrógenos en el flujo de escorrentía con influencia en el nacimiento de agua y de esta manera determinar su aporte contaminante en la fuente hídrica; De este modo y con la finalidad de cumplir con los objetivos se recolectó un total de 96 litros de agua de escorrentía, dividido en 15 fechas como se muestra en la tabla N.2 identificando la cantidad de litros por día de muestreo.

Se recolectaron diferentes muestras cada día debido a las precipitaciones que se presentaban durante el día de la toma de la muestra.

Tabla 2 agua escorrentía recolectada

12-abr-18	4
19-abr-18	5
22-abr-18	7
11-may	4
16-may	4
21-may	3
31-may	3
03-jun	4
07-jun	4
13-jun	16
18-jun	5
25-jun	5
03-jul	9
12-jul	12
22-jul	11

Por consecuencia en su determinación encontramos los niveles de nitratos más elevados comprendidos en un valor de 5 mg/L; Así mismo el nivel de nitritos con mayor concentración arroja un valor de 0,1mg/L; de la misma manera se encuentran los niveles de menor concentración comprendidos en: nitritos: 0.4mg/L y nitratos: 1 mg/L; como se representan en la figura N.14 y la tabla N3.

Tabla 3, valores de concentración, muestras de agua esorrentía, nitritos y nitratos

Fecha	Nitratos	Nitritos
12-abr-18	4	0,08
19-abr-18	5	0,1
22-abr-18	4	0,08
11-may	4	0,06
16-may	3	0,04
21-may	2	0,04
31-may	4	0,06
03-jun	3	0,06
07-jun	3	0,05
13-jun	3	0,04
18-jun	4	0,06
25-jun	4	0,06
03-jul	5	0,08
12-jul	3	0,06
22-jul	1	0,06

Fuente:(Elaboración propia)

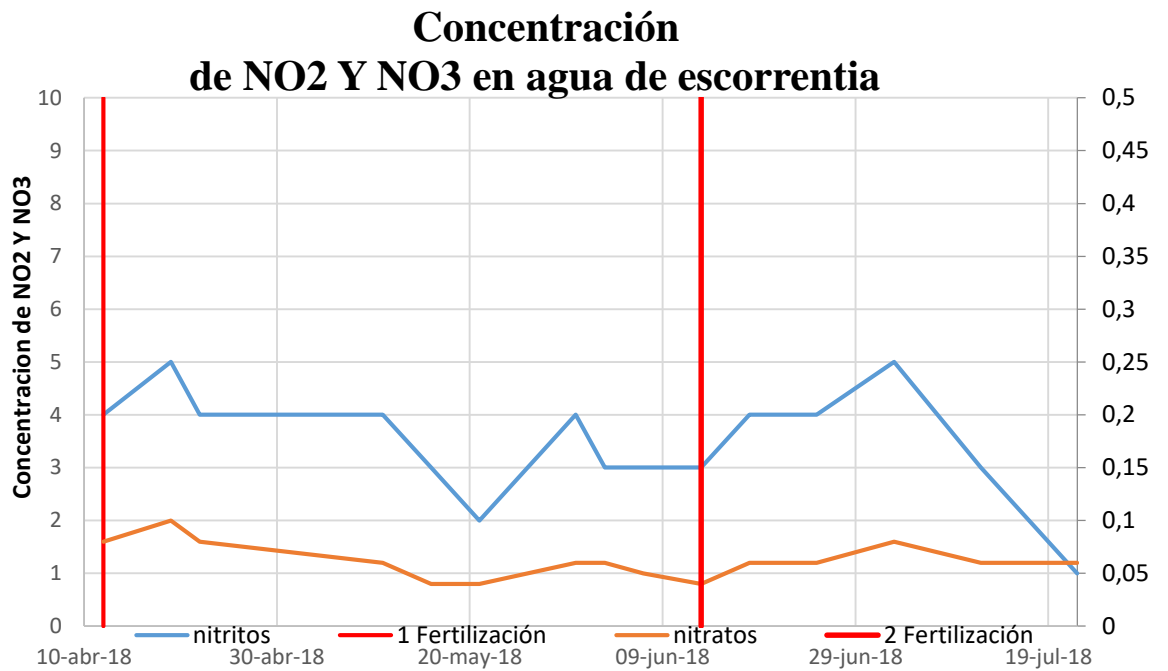


Figura 14, Resultados de niveles nitritos y nitratos en agua esorrentía

Fuente: (Elaboración propia)

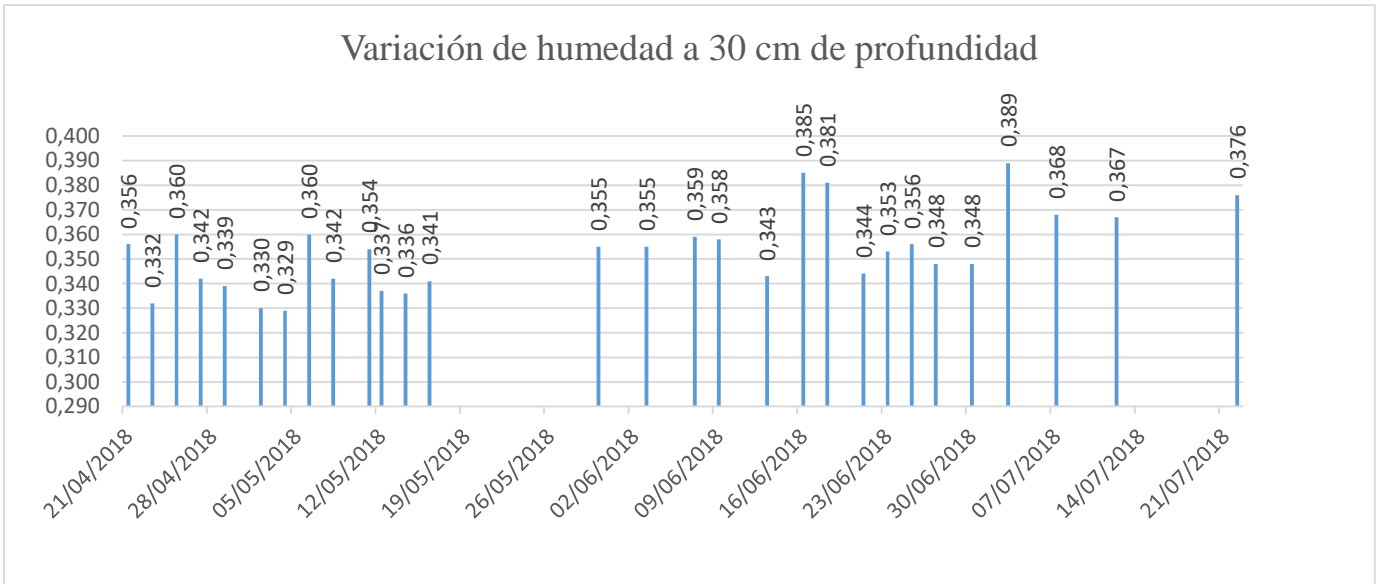
En este sentido y con la finalidad de identificar la importancia de la intervención de los parámetros de temperatura y humedad a 2 diferentes profundidades 30 y 40 cm, en la concentración de los nitritos y nitratos presentes en el suelo, se realizó un monitoreo en donde la humedad a 30 cm de profundidad arroja su porcentaje más elevado comprendido en 0.389 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, y se presenta el día 3 de julio de 2018; así mismo el día de menor porcentaje de humedad fue el 4 de mayo con un total de 0.329 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Como se observa en la figura N.15 y tabla N.3.

Tabla 4, Datos de muestra de Humedad a 30cm de profundidad.

<b>Fecha</b>	<b>Humedad a 30cm</b>
21/04/2018	0,356 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
23/04/2018	0,332 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
25/04/2018	0,360 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
27/04/2018	0,342 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
29/04/2018	0,339 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
02/05/2018	0,330 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
04/05/2018	0,329 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
06/05/2018	0,360 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
08/05/2018	0,342 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
11/05/2018	0,354 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
12/05/2018	0,337 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
14/05/2018	0,336 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
16/05/2018	0,341 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
30/05/2018	0,355 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
03/06/2018	0,355 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
07/06/2018	0,359 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
09/06/2018	0,358 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
13/06/2018	0,343 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
16/06/2018	0,385 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
18/06/2018	0,381 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
21/06/2018	0,344 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
23/06/2018	0,353 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
25/06/2018	0,356 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
27/06/2018	0,348 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
30/06/2018	0,348 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
03/07/2018	0,389 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
07/07/2018	0,368 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
12/07/2018	0,367 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
22/07/2018	0,376 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>



Fuente: (Elaboración Propia)



**Figura 15,** variación de humedad a 30 cm de profundidad Fuente: (Elaboración propia).

Consecuentemente, la humedad a 40 cm de profundidad nos muestra que el porcentaje más elevado se presenta el día 3 de Julio de 2018 con un valor de 0.394 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>; así mismo como el porcentaje más bajo comprendido en 0.331 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> el día 23 de abril de 2018. Como lo muestra la figura N.16 y la tabla N.5

Tabla 5, Datos de muestreo de humedad a 40 cm de profundidad

<b>Fecha</b>	<b>Humedad</b>
21/04/2018	0,338 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
23/04/2018	0,331 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
25/04/2018	0,356 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
27/04/2018	0,342 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
29/04/2018	0,342 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
02/05/2018	0,336 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
04/05/2018	0,343 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
06/05/2018	0,356 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
08/05/2018	0,342 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
11/05/2018	0,343 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
12/05/2018	0,334 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
14/05/2018	0,335 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
16/05/2018	0,335 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
30/05/2018	0,358 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
03/06/2018	0,355 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
07/06/2018	0,360 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
09/06/2018	0,367 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
13/06/2018	0,358 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
16/06/2018	0,377 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
18/06/2018	0,381 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
21/06/2018	0,357 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
23/06/2018	0,366 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
25/06/2018	0,375 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
27/06/2018	0,360 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
30/06/2018	0,381 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
03/07/2018	0,394 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
07/07/2018	0,369 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
12/07/2018	0,365 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
22/07/2018	0,374 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>

Fuente: (Elaboración propia)

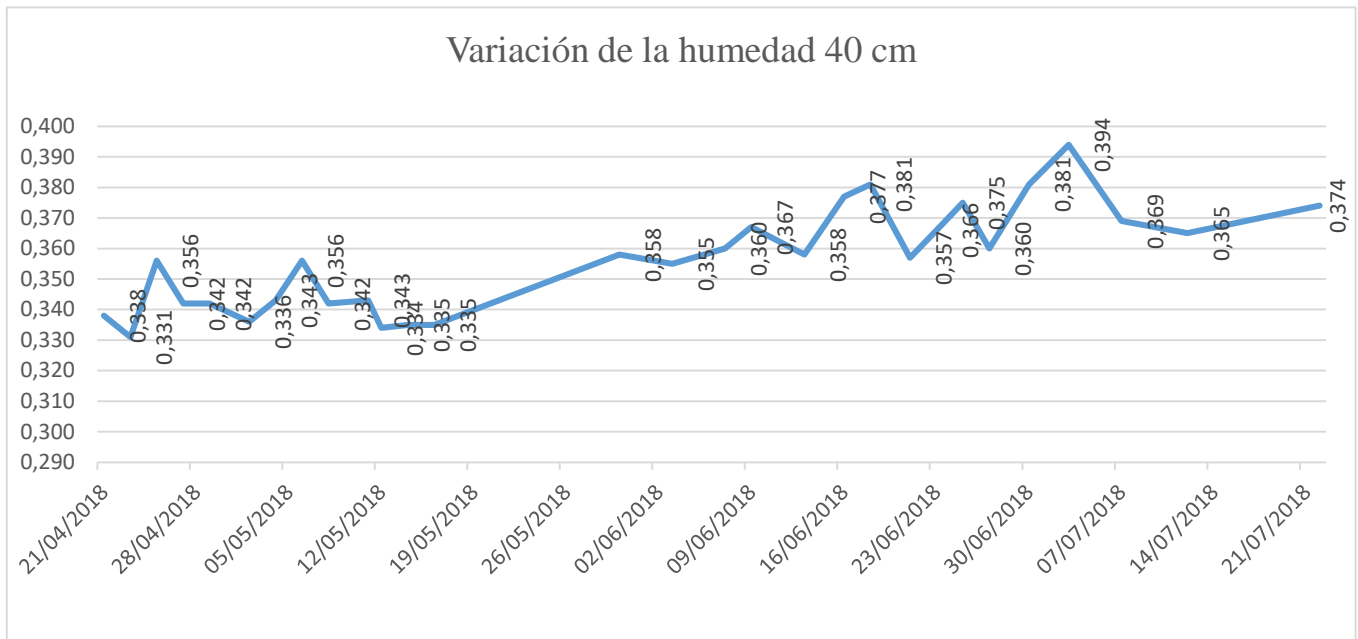


Figura 16, variación de humedad a 40 cm de profundidad. Fuente: (Elaboración propia).

Seguidamente el monitoreo nos permite evidenciar el comportamiento de la temperatura a 30 cm de profundidad; donde encontramos que el día 13 de junio de 2018 se establece su nivel más elevado comprendido en 21.00 °C; así mismo identificamos 16.60 °C como el más bajo presentado el día 7 de Julio de 2018. Como se evidencia en la tabla N.6 y la figura N.17.

Tabla 6, Datos de muestreo de temperatura a 30 cm de profundidad

<b>Fecha</b>	<b>Temperatura</b>
21/04/2018	20,60 °C
23/04/2018	20,40 °C
25/04/2018	20,30 °C
27/04/2018	20,30 °C
29/04/2018	20,70 °C
02/05/2018	20,40 °C
04/05/2018	20,40 °C
06/05/2018	20,30 °C
08/05/2018	20,30 °C
10/05/2018	20,70 °C
11/07/2018	20,40 °C
12/05/2018	20,50 °C
14/05/2018	20,70 °C
16/05/2018	20,80 °C
30/05/2018	20,70 °C
03/06/2018	20,50 °C
07/06/2018	20,10 °C
09/06/2018	20,20 °C
13/06/2018	21,00 °C
16/06/2018	20,10 °C
18/06/2018	20,00 °C
21/06/2018	19,50 °C
23/06/2018	19,60 °C
25/06/2018	19,50 °C
27/06/2018	19,70 °C
30/06/2018	19,70 °C
03/07/2018	19,70 °C
07/07/2018	16,60 °C
12/07/2018	19,60 °C
22/07/2018	19,90 °C

Fuente: (Elaboración propia)

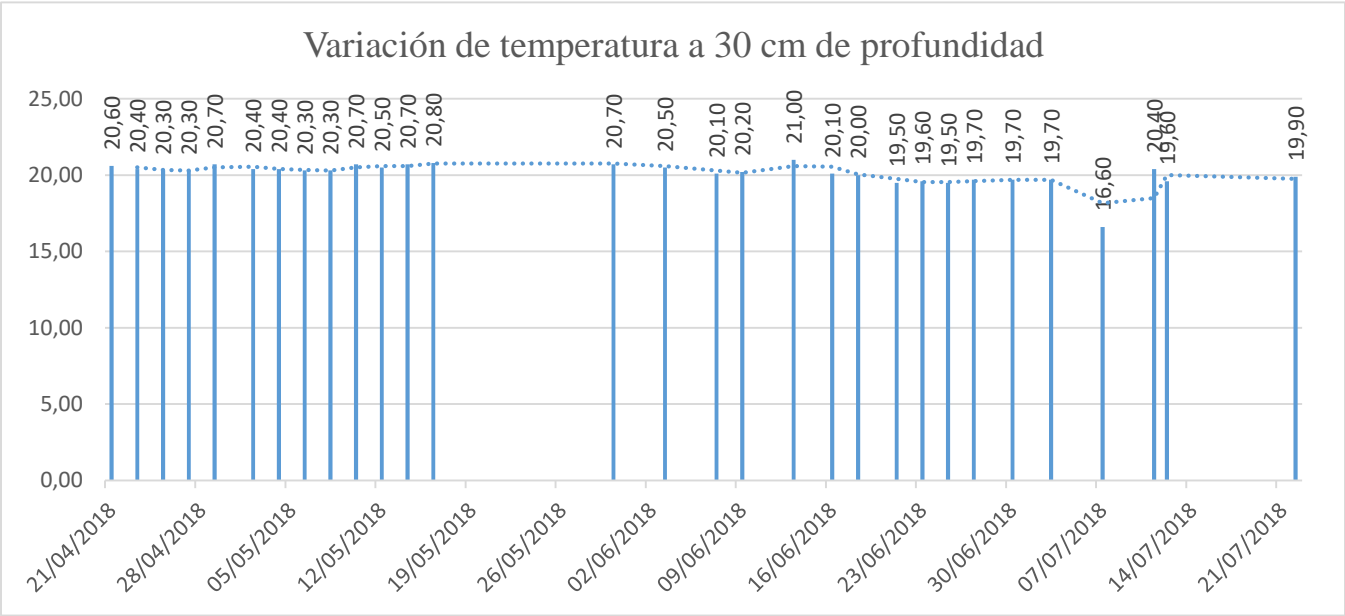


Figura 17, variación de temperatura a 30 cm de profundidad Fuente: (Elaboración propia)

Continuamente el transcurso del monitoreo nos permite identificar la variación de temperatura a 40 cm de profundidad en el transcurso del estudio, donde encontramos la más elevada el día 12 de mayo de 2018 con un valor de 21.7 °C, de la misma manera que se encuentra el menor valor 19.8 °C, el día 12 de julio de 2018. Como se muestra en la figura N.18 Tabla N7.

Tabla 7, variación de la temperatura a 40cm de profundidad.

Fecha	Temperatura
21/04/2018	21,0°C
23/04/2018	20,9°C
25/04/2018	20,7 °C
27/04/2018	20,8 °C
29/04/2018	20,9 °C
02/05/2018	20,8 °C
04/05/2018	20,8°C
06/05/2018	20,7 °C
08/05/2018	20,7 °C
10/05/2018	20,8 °C
11/05/2018	21,8°C
12/05/2018	21,7 °C
14/05/2018	21,0 °C
16/05/2018	20,1 °C
30/05/2018	20,7 °C
03/06/2018	20,9°C
07/06/2018	20,6 °C
09/06/2018	20,6 °C
13/06/2018	20,2 °C
16/06/2018	20,6 °C
18/06/2018	20,1 °C
21/06/2018	20,0 °C
23/06/2018	20,1 °C
25/06/2018	20,0 °C
27/06/2018	20,1 °C
30/06/2018	20,1 °C
03/07/2018	20,0 °C
07/07/2018	20,1 °C
12/07/2018	19,8 °C
22/07/2018	20,2 °C

Fuente: (elaboración propia)

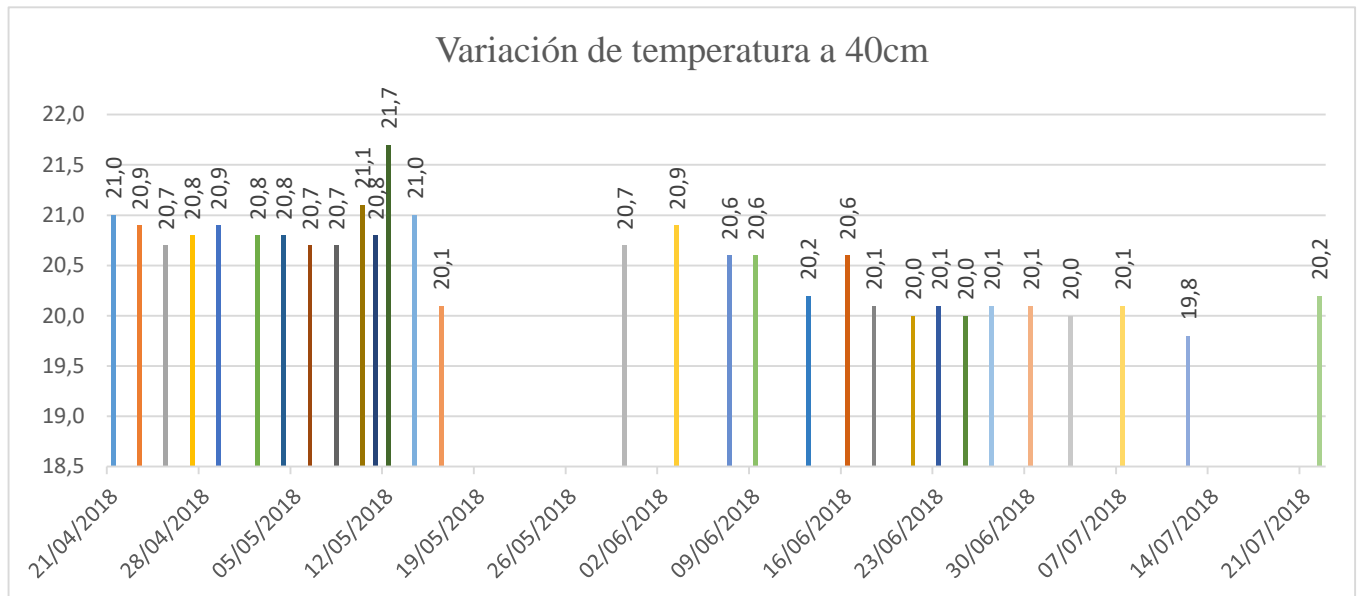


Figura 18, variación de temperatura a 40cm profundidad. Fuente: (Elaboración propia).

En cuanto al monitoreo de precipitación; permitió medir la cantidad de lluvia en el transcurso del estudio; en este mismo se logró identificar la mayor precipitación con un valor de (4 mm/m<sup>2</sup>) los días 18 de junio, 3 y 22 de julio; así como también se encuentran los niveles más bajos comprendidos en (2 mm) presentes los días 12 y 19 de abril. Como lo muestra la figura N.19 y la tabla N.8

Tabla 8, monitoreo de precipitación.

12-abr-18	2mm
19-abr-18	2mm
22-abr-18	2,2mm
11-may	2,2mm
16-may	1,6mm
21-may	2,2mm
31-may	2,6mm
03-jun	2,3mm
07-jun	3mm
13-jun	3,3mm
18-jun	4mm
25-jun	3,2mm
03-jul	4mm
12-jul	3,5mm
22-jul	4mm

Fuente: (Elaboración propia)



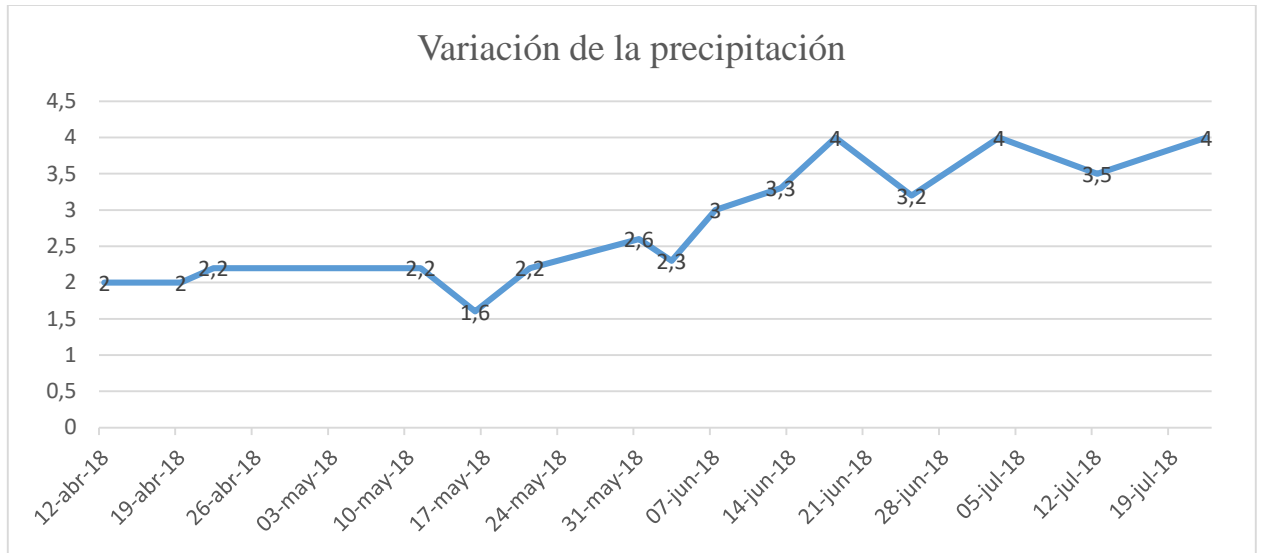


Figura 19, Monitoreo de precipitación (Elaboración propia).

Con el propósito de determinar la concentración de nitritos y nitratos en el agua del nacimiento se realizaron 3 muestreos en el transcurso del estudio, con frecuencia mensual, ejecutado en las fechas 21 de mayo, 3 de junio y 3 de julio, de esta manera se logró verificar en las 3 muestras analizadas que no existe presencia de iones nitrogenado debido a que al aplicar el reactivo a la muestra de agua no desarrolla color alguno.

## 7. Análisis de resultados

La investigación realizada para el estudio del aporte contaminante causado por fertilizantes nitrogenados a un nacedero de agua, y la determinación de la concentración de iones nitritos y nitratos en el agua de esorrentía. Ha permitido obtener resultados útiles sobre la aplicación y manejo que se está dando frente a la fertilización de los cafetales en la finca la comunidad vereda Versalles municipio de Acevedo Huila.

En este sentido podemos observar en la figura N. 14; el nivel de concentración de nitritos y nitratos incrementa en las fechas 12-19 de abril y 13-25 de junio este hecho se presenta debido a la aplicación del fertilizante los días 12 de abril y 13 de junio.

El 21 de mayo de igual manera se encuentra alta concentración de nitritos y nitratos, este incremento se presenta debido a que los días 21 y 31 de mayo se presentó la menor cantidad de recolección de agua de esorrentía con un total de 3 litros por muestreo como se observa en la tabla N2, ya que no se presentaron fuertes precipitaciones por lo cual no se generó suficiente esorrentía para que diluyera la concentración de iones presentes en el agua de esorrentía, de manera que se incrementan los iones de nitritos y nitratos por acumulación de agua de esorrentía.

En este sentido y tomando en cuenta los resultados de la figura 19, los días anteriores al 17 de mayo no se presenta precipitaciones considerables, echo que aclara y fortalece el concepto del incremento de la concentración debido a la reducción de la esorrentía.

Desde la determinación de la concentración más elevada, tanto de nitritos como de nitratos en el agua de esorrentía fue posible establecer que la intervención de estos nitrógenos no supera el nivel admisible establecido por la RESOLUCIÓN NÚMERO 2115

(22 JUN 2017). Por medio de La cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Mas adelante, en el estudio se utilizaron los parámetros de temperatura y humedad a diferentes profundidades; y en su comportamiento se encontró que la humedad y temperatura son parámetros importantes que incide en la variación referente a la concentración de los iones Nitritos y Nitratos; esta afirmación o concepto es soportado debido a que el día 3 de Julio, los niveles tanto de NO<sub>2</sub> y NO<sub>3</sub> disminuyen, y es en estas mismas fechas donde encontramos el porcentaje de humedad en su mayor elevación, tanto a 30 cm de profundidad como a 40 cm de profundidad; por consecuencia mayor humedad menor concentración de iones en el suelo.

Por otra parte, el nivel de temperatura tomado a 40 cm de profundidad presenta su mayor elevación el día 11 de mayo, por consiguiente, este mismo día el valor de nitritos se reduce, este comportamiento permite evidenciar la importancia que juega este parámetro (T) en la variación y concentración tanto de nitritos como de nitratos.

Según las figuras 15,17 y 18 encontramos que del 25 al 30 de junio no presenta variabilidad significativa el parámetro de la humedad y temperatura, al comparar estos resultados arrojados en la figura 14, se observa que en estas mismas fechas se presenta la mayor concentración de nitritos y nitratos. Permittiendo determinar que tanto un valor elevado ya sea de temperatura como de humedad se presenta concentraciones menores de iones nitritos y nitratos, concluyendo que la concentración de iones nitritos y nitratos fluctúan con la variabilidad de estos dos parámetros.

Seguidamente el monitoreo de precipitación nos permite determinar que el 3 de julio fue uno de los días de mayor precipitación por consecuencia figuras 15 y16 presentan su mayor porcentaje de humedad en esta misma fecha, así mismo se puede observar que la concentración de nitritos disminuye en este mismo periodo de tiempo, por lo tanto, mayor humedad menor concentración.

En efecto y en su continuidad del estudio, los resultados obtenidos concernientes a los análisis realizados a las muestras tomadas en el nacimiento de agua, no presentaron concentración de nitritos y nitratos. Por consiguiente, las diferentes muestras recolectadas no arrojaron ningún tipo de coloración al aplicarle los indicadores.

## Graficas de variación humedad y temperatura vs concentración de NO2 Y NO3 del agua escorrentía.

La humedad es un parámetro importante que incide en la variación referente a la concentración de los iones Nitritos y Nitratos; la gráfica # 20 nos permite observar que el porcentaje de humedad en su mayor elevación, tanto a 30 cm de profundidad como a 40 cm de profundidad se presenta el 3 de Julio; en las mismas fechas en donde se encuentra disminución de NO2 Y NO3.

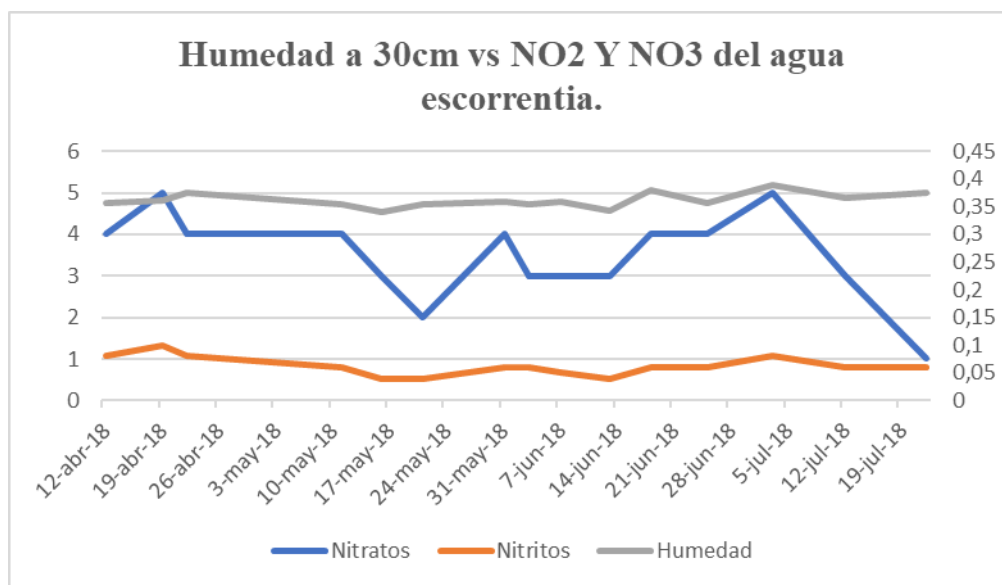


Figura 20, Humedad a 30cm vs concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía, (Elaboración propia).

Teniendo en cuenta el valor de humedad a profundidad de 40 cm, su mayor elevación se encuentra el día 3 de julio de 2018, en esta misma fecha tomando en cuenta el nivel tanto de nitritos como de nitratos según la figura 14 la concentración disminuye.

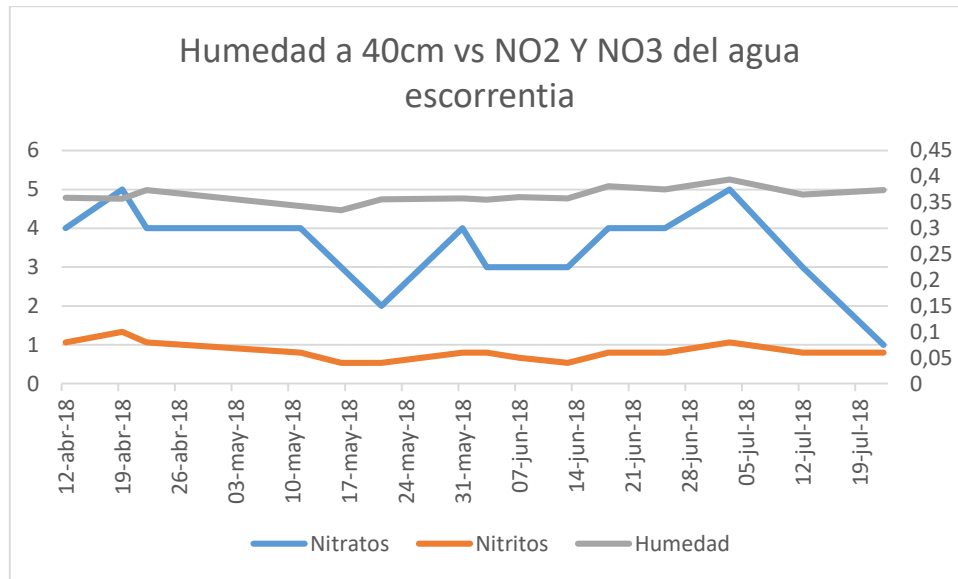


Figura 21, Humedad a 40 cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía, (Elaboración propia).

Esta figura nos permite observar que, el día 7 de junio la temperatura a 30 cm de profundidad presenta un incremento y es en este mismo periodo de tiempo donde la concentración de nitritos reduce.

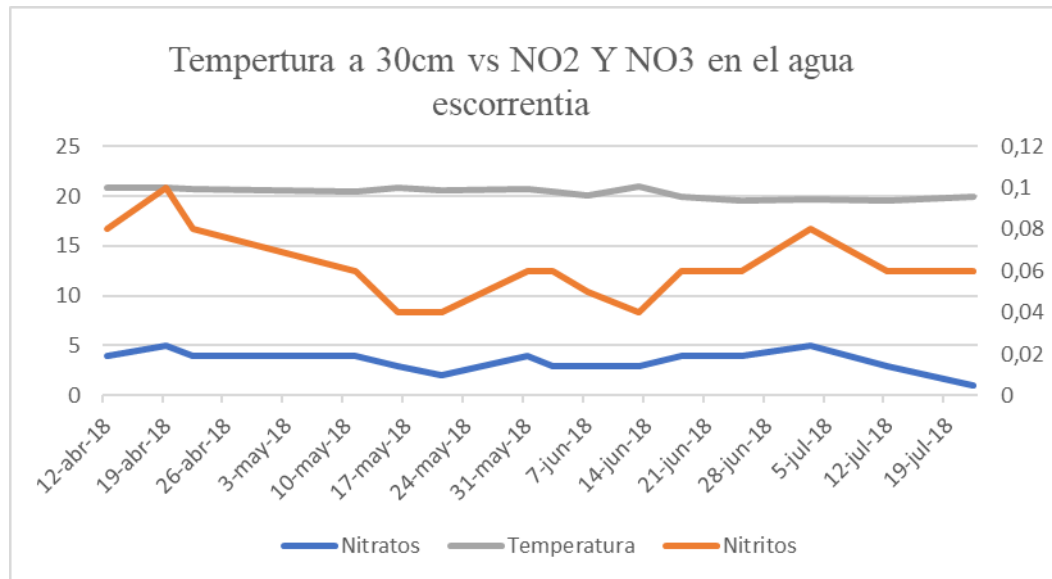


Figura 22, Temperatura a 30 cm vs concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía, (Elaboración propia).

El nivel de temperatura tomado a 40 cm de profundidad presenta su mayor elevación el día 11 de mayo, por consiguiente, este mismo día el valor de nitritos se reduce, este comportamiento permite evidenciar la importancia que juega este parámetro (T) en la variación y concentración tanto de nitritos como de nitratos.

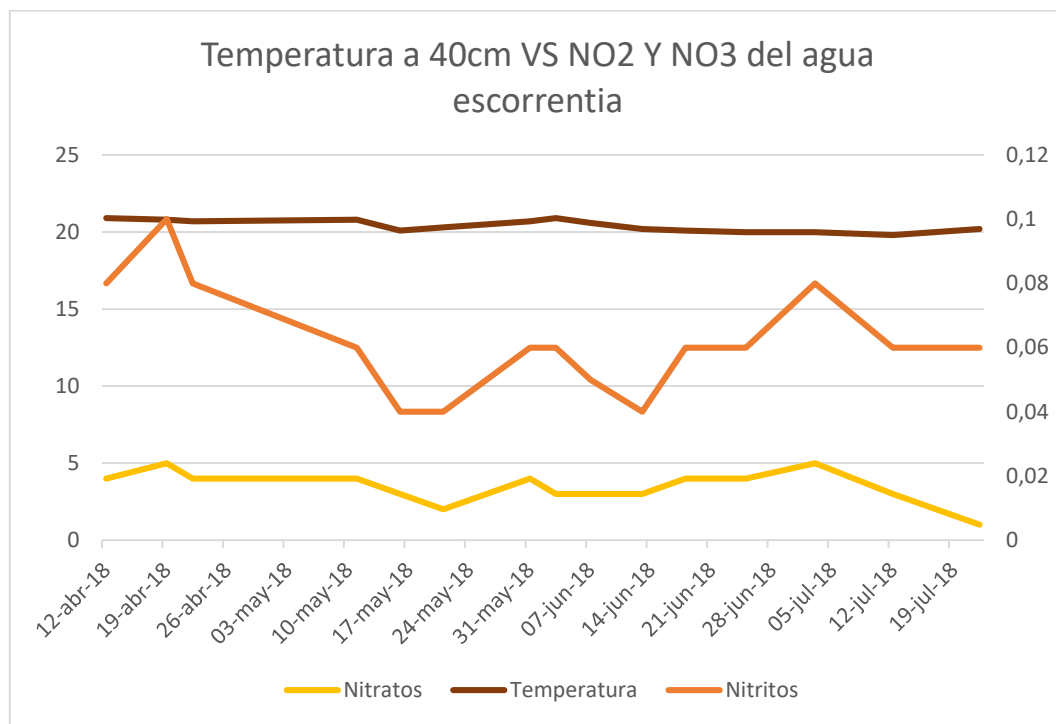


Figura 23, Temperatura a 40 cm VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua esorrentía, (Elaboración propia).



El 21 de mayo se encuentra alta concentración de nitritos y nitratos, este incremento se presenta debido a que los días 21 y 31 de mayo se presentó la menor cantidad de recolección de agua de escorrentía se observa en la figura 24, ya que no se presentaron fuertes precipitaciones por lo cual no se generó suficiente escorrentía para que diluyera la concentración de iones presentes en el agua de escorrentía, de manera que se incrementan los iones de nitritos y nitratos por acumulación de agua de escorrentía.

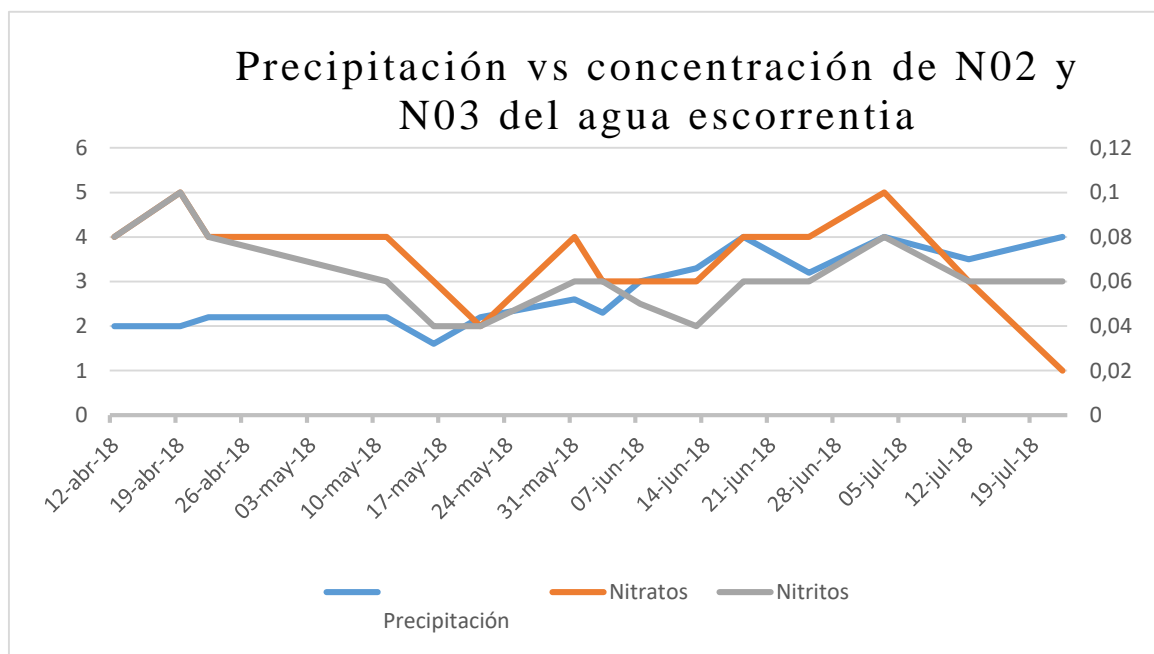


Figura 24, precipitación VS concentraciones NO2 Y NO3 del agua escorrentía, (Elaboración propia).

### **Graficas de comparación de N02 y N03 con la norma.**

Los valores de mayor concentración de nitritos en las muestras de agua de escorrentía se presentan los días 19 y 18 de abril con un valor de 0.1 mg/L. Al comparar con la RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 (22 JUN 2017) Por medio de La cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. En ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por los Decretos Ley 205 de 20003 y 2016 de 2003, los artículos 3°, 8° párrafo 1,9° párrafo 4 y 14 del decreto 1575de 2017. Resuelve en el artículo 6° cuadro N°3. Las características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana donde encontramos que: el nivel admisible para nitritos: 0.1 (mg/L)

Permite determinar que la concentración presentada en las muestras de agua de escorrentía tiene un valor de 0.1mg/L; de igual manera su valor se reduce por medio de la dilución al tener contacto con la fuente hídrica; Esta afirmación se establece debido al muestreo que se le realizo al nacimiento de agua en donde no se determinó presencia de nitritos y nitratos.

Según con lo que nos dice la norma que el nivel admisible para nitritos es de 0.1 (mg/L), la mayor que nos arrojó en nuestro estudio fue 0.1 (mg/L) lo cual quiere decir, según la norma que los niveles de nitritos no alcanzan a sobre pasar lo establecido por la norma, por ende, no alcanza a tener implicaciones sobre la salud.

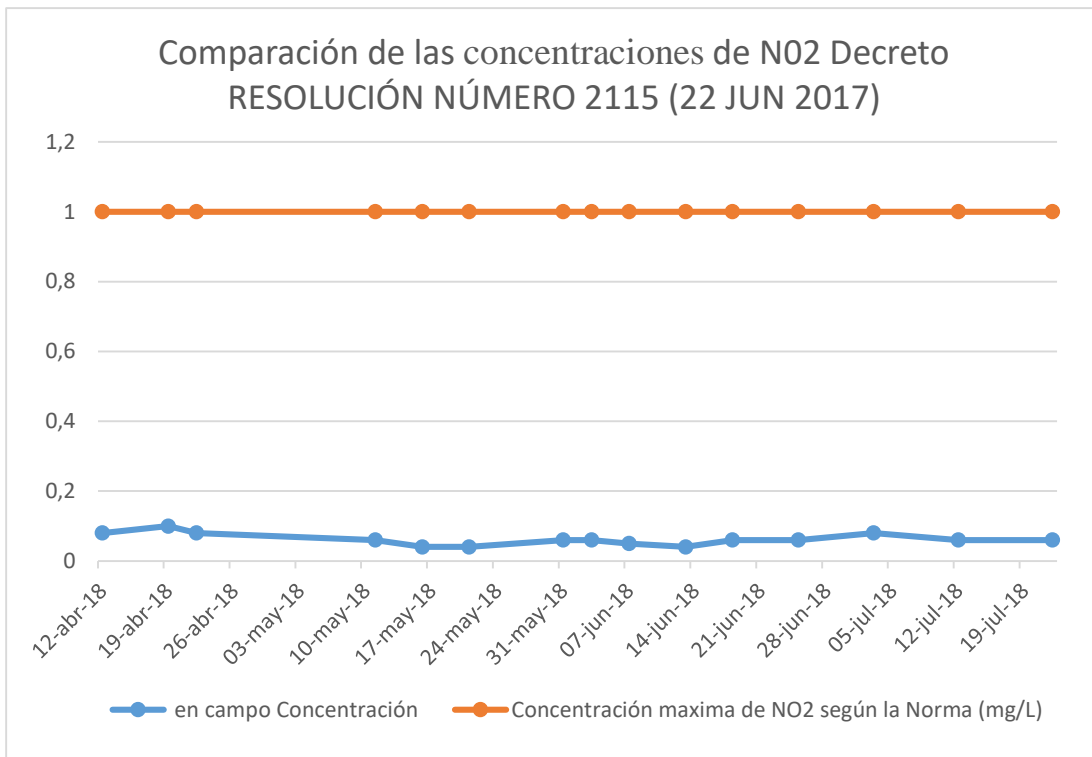


Figura 25, comparación de NO2 con la norma (Elaboración propia).

Los nitratos presentan una mayor concentración en las muestras de escorrentía comprendida en 5 mg/L los días 19 de abril y 3 de Julio, al comparar con la RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 (22 JUN 2017), por medio de la cual se señalan las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. En ejercicio de las facultades legales y en especial las conferidas por los Decretos Ley 205 de 20003 y 2016 de 2003, los artículos 3°, 8° párrafo 1,9° párrafo 4 y 14 del decreto 1575de 2017. Resuelve en el artículo 6° cuadro N°3 Las características químicas de sustancias que tienen implicaciones sobre la salud humana donde encontramos que: el nivel admisible para nitratos corresponde a: 10 (mg/L).

Mostrando que la máxima concentración de nitratos presentada en las muestras de escorrentía no sobrepasa el nivel admisible establecido por la norma.

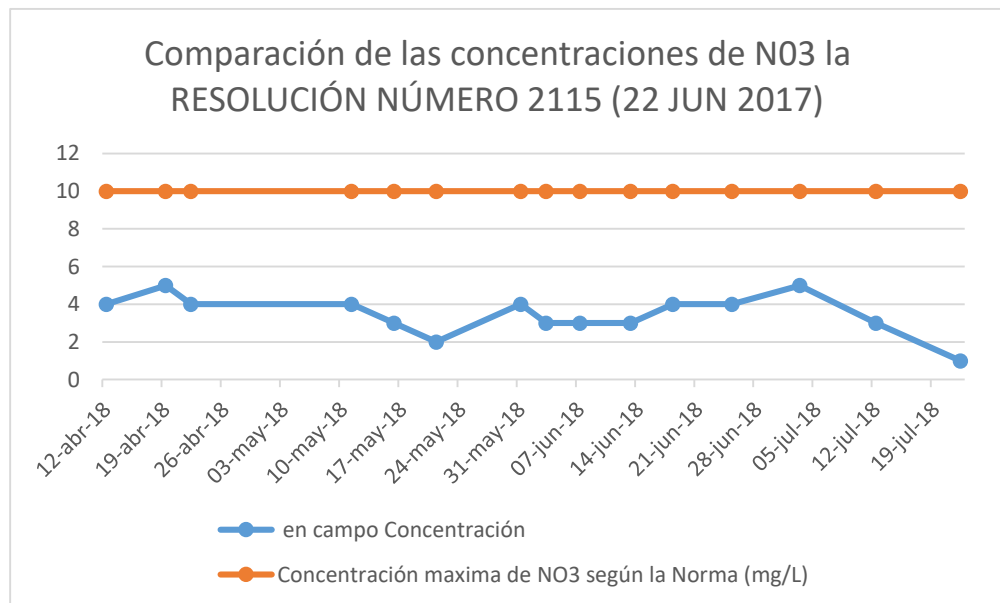


Figura 26, comparación de NO3 con la norma (Elaboración propia).

## 8. Conclusiones

- Según el análisis realizado se pudo concluir que la concentración en el agua escorrentía no muestra niveles elevados de  $\text{NO}^2$  y  $\text{NO}^3$ , lo cual nos quiere decir que no está contaminando la fuente hídrica, por ende, este estudio nos demuestra que la cantidad de fertilizante utilizado no contamina, no sobrepasa los niveles admisibles.
- Se encontró en los análisis que los parámetros de temperatura y humedad, representan considerable importancia en el comportamiento referente a la variación de la concentración de nitrógenos asociados a la fertilización.
- Se pudo concluir que la influencia de temperatura, humedad y precipitación sobre la concentración de los iones nitritos y nitratos tanto en agua de escorrentía como en el suelo no representan aporte contaminante que influya de manera negativa en el nacedero de agua de la finca la finca la comunidad vereda Versalles, municipio de Acevedo.
- Los agricultores propietarios del terreno de la finca la comunidad de la verde Versalles del municipio de Acevedo, contarán con gran tranquilidad y certeza en su actividad de fertilización apostándole a una cosecha prometedora a su vez contrarrestando los impactos negativos que ocasionan los nitritos y nitratos tanto al medio ambiente como a la salud.

## **9. Recomendaciones**

En el presente estudio de investigación se logró estudiar, conocer y definir la concentración de nitrógenos asociados a la fertilización del café, para cumplir con los objetivos se instaló una parcela experimental de escorrentía permitiendo recolectar las muestras para su respectivo análisis. A pesar de que los resultados de la investigación demuestran que los iones  $\text{NO}_3$  y  $\text{NO}_2$  no presentan contaminación en la fuente hídrica se recomienda realizar un análisis de suelos con la finalidad de conocer el contenido de nutrientes que este contiene., y de esta manera determinar la cantidad de nutrientes que necesita la planta para su óptimo desarrollo, con esta medida se estaría disminuyendo las concentraciones de estos nitrógenos y a su vez disminuyendo la inversión económica por parte del agricultor .

## 10. Bibliografía

Aguilar, O. A. (2016). *Los Ecosistemas Del Mundo Amenazados Por La Contaminacion con Fertilizantes*. Obtenido de Los Ecosistemas Del Mundo Amenazados Por La Contaminacion con Fertilizantes:

<http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/Docs/2016/comida-sana/zonas-muertas.pdf>

Betancourt, D. P. (22 de Junio de 2007). *Resolución Número 2115 (22 JUN 2007)*. Obtenido de Resolución Número 2115 (22 JUN 2007):

[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)

Cafe, P. D. (Octubre de 2012). *Alternativas Generales De Investigación Para Cafetales En La Etapa De Producción*. Obtenido de Alternativas Generales De Investigación Para Cafetales En La Etapa De Producción:

<https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04241.pdf><https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04241.pdf>

E, V. J. (2011). *Manual De Instrucciones Para La Toma De Preservación Y Transporte De Muestras De Agua De Consumo Humano Para Analisis De Laboratorio*. Obtenido de Manual De Instrucciones Para La Toma De Preservación Y Transporte De Muestras De Agua De Consumo Humano Para Analisis De Laboratorio:

<file:///C:/Users/equipo/Downloads/Manual%20de%20toma%20de%20muestras.pdf>

FAO. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. (Estudio FAO Riego y Drenaje - 55)*. Obtenido de Eutrofización de las aguas superficiales:

<http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm#TopOfPage>

Gaspar, F. D. (Marzo de 2011). *El Exceso De Nitratos Un Problema Actual En La Agricultura*. Obtenido de El Exceso De Nitratos Un Problema Actual En La Agricultura:

[http://www.uach.mx/extension\\_y\\_difusion/synthesis/2011/08/18/el\\_exceso\\_de\\_nitratos\\_un\\_problema\\_actual\\_en\\_la\\_agricultura.pdf](http://www.uach.mx/extension_y_difusion/synthesis/2011/08/18/el_exceso_de_nitratos_un_problema_actual_en_la_agricultura.pdf)

Gonzales, F. (1 de Enero de 2011). *Contaminación Por Fertilizantes Un Serio Problema Ambiental*. Obtenido de Contaminación Por Fertilizantes Un Serio Problema Ambiental: <http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>

Instruments, H. (s.f.). *HI 3874 Test Kit de Nitrato*. Obtenido de HI 3874 Test Kit de Nitrato: [file:///D:/descargas/Doc594\\_\\_M%20\(2\).pdf](file:///D:/descargas/Doc594__M%20(2).pdf)

M, L. M. (4 de Junio de 2010). *La caficultura Colombiana En El Siglo XXI: Una Revisión De La Literatura Reciente*. Obtenido de La caficultura Colombiana En El Siglo XXI: Una Revisión De La Literatura Reciente: <http://creadbogota.almamater.edu.co/sitio/Archivos/Documentos/Documentos/00000361.PDF>

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (junio de 2007). *minaambiente*. Obtenido de RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 ( 22 JUN 2007): [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)

Osorio, H. G. (Abril de 2014). *Épocas Recomendables Para La Fertilización De Cafetales*. Obtenido de Épocas Recomendables Para La Fertilización De Cafetales: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04424.pdf>

Perdomo, C. (s.f.). *Área De Suelos Y Aguas Càtedra De Fertilidad*. Recuperado el 19 de Octubre de 2018, de Área De Suelos Y Aguas Càtedra De Fertilidad: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>

Ryczel, M. E. (s.f.). *Temas de actualidad*. Obtenido de Presencia en el agua de bebida de nitratos y nitritos y su impacto sobre la salud: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd63/presencia.pdf>

Saturnino de Albal, G. B. (2002). *Parcelas Experimentales Para El Estudio De La Erosion Hidrica Finca Experimental La Higuieruela*. Obtenido de Parcelas Experimentales Para El Estudio De La Erosion Hidrica Finca Experimental La Higuieruela: <file:///D:/descargas/407509.pdf>



Souza, T. (Noviembre de 2008). *Metahemoglobinemia: del diagnóstico al tratamiento*.  
Obtenido de Metahemoglobinemia: del diagnóstico al tratamiento:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-70942008000600011&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-70942008000600011&script=sci_abstract&tlng=es)