

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

**PROPUESTA DE USO DE FERTILIZANTE ORGÁNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE A PARTIR DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN LA FINCA VILLA SOFIA CHOACHI, CUNDINAMARCA**

**CARLOS ANDRES MORALES SUAREZ  
GABRIELA RAMIREZ FUTTINICO  
DIANA MARCELA RODRIGUEZ RODRIGUEZ  
EMILYN TATIANA SOLANO LEON**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA  
PROGRAMA INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2022**

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

**PROPUESTA DE USO DE FERTILIZANTE ORGÁNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE A PARTIR DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN LA FINCA VILLA SOFIA CHOACHI, CUNDINAMARCA**

**CARLOS ANDRES MORALES SUAREZ  
GABRIELA RAMIREZ FUTTINICO  
DIANA MARCELA RODRIGUEZ RODRIGUEZ  
EMILYN TATIANA SOLANO LEON**

**Proyecto de Investigación**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERÍA QUÍMICA  
PROGRAMA INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C.  
2022**

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

1.	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.	RESUMEN	4
3.	ABSTRACT	4
4.	INTRODUCCIÓN	5
5.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
5.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
6.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
6.1	OBJETIVO GENERAL	6
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
7.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	7
7.1	JUSTIFICACIÓN	7
7.2	DELIMITACIÓN	7
7.2.1	Delimitación del conocimiento	7
8.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO	8
8.1	MARCO GEOGRAFICO	8
8.2	MARCO CONCEPTUAL	8
8.3	MARCO LEGAL	12
9.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
10.	METODOLOGÍA	13
10.1	CRONOGRAMA	15
10.2	MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.	16
10.3	PROCEDIMIENTO	17
10.3.1	Metodología determinación características fisicoquímicas del agua	17
10.3.2	Metodología determinación características fisicoquímicas del suelo	18
11.	RESULTADOS	19
11.1	Resultado metodología parámetros fisicoquímicos del agua	19
11.2	Resultados promedio de parámetros del suelo	21
12.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	21
12.1	ESTUDIO DE MERCADO	24
12.2	MÉTODOS QUÍMICOS PARA LA OBTENCIÓN DEL FERTILIZANTE A PARTIR DE BIOMASA (LOMBRICES).	27
13.	CONCLUSIONES	28
14.	REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)	28

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

## 1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Propuesta de Uso de Fertilizante Orgánico para la Producción de Tomate a Partir de Parámetros Físicoquímicos en la Finca Villa Sofia Choachí, Cundinamarca.

## 2. RESUMEN

El presente trabajo de investigación propone el mejoramiento de los procesos de producción del cultivo de tomate en Colombia en la región de Cundinamarca, para este efecto se realizó un estudio de las condiciones físicoquímicas del agua y suelo en la finca Villa Sofia ubicada en el municipio de Choachí analizando parámetros como pH de agua y suelo, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbiedad, sólidos, nitratos, nitritos, fosfatos, humedad, materia orgánica y textura. Basado en los resultados y carencias que tiene el suelo se implementó una propuesta de utilización de un fertilizante orgánico (Ácido Húmico) en el mejoramiento de las condiciones de siembra, fomentando la aplicación y el uso eficiente de los recursos naturales, reduciendo los futuros costos económicos y ambientales aportando a los objetivos del desarrollo sostenible planteados por las Naciones Unidas [1].

## 3. ABSTRACT

The present research work proposes the improvement of the production processes of the tomato crop in Colombia in the region of Cundinamarca, for this purpose a study of the physicochemical conditions of the water and soil was carried out in the Villa Sofia farm located in the municipality of Choachí analyzing parameters such as pH of water and soil, electrical conductivity, dissolved oxygen, turbidity, solids, nitrates, nitrites, phosphates, moisture, organic matter and texture. Based on the results and deficiencies of the soil, a proposal for the use of an organic fertilizer (Humic Acid) was implemented in the improvement of planting conditions, promoting the application and efficient use of natural resources, reducing future economic and environmental costs contributing to the sustainable development goals set by the United Nations.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

#### **4. INTRODUCCIÓN**

Una de las principales hortalizas que se cultiva en Colombia a nivel nacional es el tomate debido a su gran importancia económica, gastronómica y cultural así como también su relevancia en la generación de empleo en el sector agroindustrial del país siendo Cundinamarca la tercera región productora de este vegetal, sin embargo, el tomate al tener un periodo vegetativo corto, el no utilizar un fertilizante adecuado produce un alto deterioro del suelo y al ser altamente perecedero genera altos costos de producción, problemas sanitarios y aumento o disminución de precios en el mercado. Lo anterior mencionado conlleva a disminuir la cantidad de exportación debido a su baja calidad afectando a las familias que obtienen sus ingresos económicos a partir de su producción.

Actualmente en Colombia el tomate (*Solanum lycopersicum*) presenta una alta demanda tanto en el mercado nacional como internacional [2]. El 90% de su producción se realiza a campo abierto (época seca) o en un ambiente semiprotegido (época lluviosa), mientras que el 10% restante se efectúa en un ambiente protegido [3]. Sin embargo, la producción de esta hortaliza se ha visto afectada por el alza de insumos y las fuertes lluvias [4], esto conlleva a que siendo Colombia un país productor se limite a realizar altas importaciones de países de primer mundo. Debido a esto se plantea el mejoramiento en los procesos de producción del tomate enfocado en un impacto ambiental favorable, considerando los objetivos de desarrollo sostenible planteados por las naciones unidas, abarcando la eficiencia en el uso y la gestión de los recursos naturales, garantizando así una producción sostenible en el marco del objetivo 12 [1].

#### **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

##### **5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La alta demanda de alimentos y poca producción, genera altos costos en los insumos, por lo tanto, ha provocado el aumento de importaciones de países de primer mundo [5]. Desde esta problemática se busca aprovechar el terreno ubicado en Choachí, Cundinamarca, para realizar una producción sostenible, haciendo una serie de análisis fisicoquímicos de agua y suelo para ver las condiciones en las que se encuentra este, y así poder determinar las

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

carencias que presenta el suelo, para implementar un fertilizante orgánico (Humus de lombriz) que supla las necesidades tanto del suelo como las que requiere el cultivo de la hortaliza.

Teniendo en cuenta que el humus es una forma directa de aprovechar residuos orgánicos, ya en los últimos años a nivel mundial y nacional se presentan grandes cantidades de residuos sólidos orgánicos con potencial de aprovechamiento y tratamiento, pues son los residuos que más generan gases de efecto invernadero, contaminación ambiental de suelos, aguas subterráneas y superficiales y el aire, por la generación de gases y lixiviados con altas cargas contaminantes [6].

## **5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De que manera influye la implementación de un fertilizante orgánico en el mejoramiento de los procesos de producción del cultivo de tomate en Colombia en la región de Cundinamarca, que aporte a los objetivos del desarrollo sostenible planteados por las Naciones Unidas y el uso eficiente de los recursos naturales?

## **6. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Plantear el uso de un fertilizante que favorezca las condiciones de siembra del tomate a partir del análisis fisicoquímico de agua y suelo en la Finca Villa Sofia (Choachí, Cundinamarca).

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar parámetros fisicoquímicos de agua y suelo en el terreno seleccionado para el desarrollo de la propuesta
- Analizar la factibilidad de la hortaliza a sembrar a partir de los resultados de suelo obtenidos y el estudio de mercado.
- Establecer posibles métodos químicos para la obtención del fertilizante a partir de biomasa.
- Proponer un fertilizante orgánico que mejore las condiciones del suelo para el cultivo

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

del tomate.

## **7. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **7.1 JUSTIFICACIÓN**

Choachí es un municipio agrícola con suelos fértiles, que se caracterizan por ser francos, los cuales pueden ser aprovechados para la producción de diferentes hortalizas, tubérculos, frutas entre otros. En este caso se analizaron parámetros fisicoquímicos de agua y suelo, dándonos como resultado bajos porcentajes de materia orgánica y humedad, el tomate fue una de las hortalizas que conto con condiciones similares a las del terreno. Por esto se evaluaron los fertilizantes orgánicos e inorgánicos que mejoren las condiciones de siembra, según su rentabilidad e impacto ambiental, dentro de ellos se considera el Humus (ácido húmico) el cual proviene de la actividad de las lombrices rojas californianas sobre material orgánico. Es producido a partir de materiales orgánicos libres de contaminación [7], ya que este se enfoca en sacar abono lixiviado y sólido sin ningún tipo de contaminante, consiste en los desechos orgánicos producidos por la lombriz, los cuales son considerados como un abono de excelente calidad [8]. El Humus tiene beneficios físicos, por ejemplo, incrementa la capacidad de retención de humedad y nutrientes, mejora la aireación, ayuda considerablemente a reducir la erosión y permite que los suelos sean más manejables. Entre los beneficios químicos, aporta sustancias orgánicas, nutrientes y minerales vitales, que permite una mayor asimilación de nutrientes, transformándolos sin riesgo de degradación y ayuda con la preservación del suelo, ya que mantiene e incrementa su contenido orgánico. A nivel biológico favorece el crecimiento rápido y sano de los cultivos, mejorando considerablemente las producciones agrícolas. Aumenta la flora microbiana beneficiosa en los cultivos, permitiendo así una regeneración natural de la tierra y hace que las plantas sean más resistentes a patógenos, plagas y otros tipos de enfermedades [9].

### **7.2 DELIMITACIÓN**

#### **7.2.1 Delimitación del conocimiento**

El proyecto está enfocado en el mejoramiento del proceso de siembra en la finca villa Sofia

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

en Choachí, para ello se realiza un análisis fisicoquímico del agua y el suelo analizando parámetros como pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez, nitratos, nitritos, fosfatos, sólidos, textura para el suelo entre otros. Con los resultados obtenidos se desarrolla un análisis estableciendo su viabilidad para el sembrado de la hortaliza seleccionada desde un estudio de mercado previo y la selección del fertilizante (orgánico o inorgánico) que favorezca factores ambientales y económicos.

## **8. MARCO DE REFERENCIA DEL PROYECTO**

### **8.1 MARCO GEOGRAFICO**

- **Clima, Tiempo Promedio y Tipo de Suelo en Choachí**

Este municipio tiene una superficie aproximada de 21,467 hectáreas con una altitud desde los 1,550 hasta los 3,600 metros sobre el nivel del mar y una temperatura promedio de 18°C. El relieve del área de estudio es quebrado y fuertemente escarpado con pendientes fluctuantes y presencia de mesetas con suelos fértiles. Predominan los depósitos de cenizas volcánicas de topografía ligeramente plana a fuertemente ondulada. Las partes planas son pocas ya que estas se reducen a sectores adyacentes al cauce principal del río Blanco [10].

- **Cultivos más comunes en Choachí**

Choachí se destaca por tener sembrados especiales gracias a las condiciones climatológicas y de suelo, en esto, se destacan los cultivos de cebolla cabezona, plátano, papa criolla, zanahoria, habichuela, tomate, pepino, frutas, papa y café. También se encuentran varios de girasol [11].

### **8.2 MARCO CONCEPTUAL**

#### **FERTILIZANTES**

Existen dos tipos de fertilizantes los orgánicos e inorgánicos, por el lado de los orgánicos se dice que pueden ser de origen natural o sintético los cuales se producen a partir de sustancias naturales como lo son el fósforo, potasio y nitrógeno. A diferencia de los fertilizantes inorgánicos que no es usual el contenido de carbono en ellos.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

#### Fertilizante Orgánico:

Al hablar de fertilizantes orgánicos, se entiende que son sustancias elaboradas a partir de la unión de elementos orgánicos desechados. Estos pueden ser de origen animal o vegetal, provenientes de distintas actividades, ya sean domésticas (desechos de vegetales, carnes, papeles, entre otros), agropecuarias (estiércol) o agrícolas (paja, rastrojos de los cultivos), y se obtienen a partir de la degradación de estos, dando a conocer así los fertilizantes naturales. La importancia de los fertilizantes en la agricultura se debe a que estos son fundamentales para mejorar o mantener las condiciones del suelo, pues aportan múltiples nutrientes. Entre otros beneficios de los fertilizantes orgánicos, se puede mencionar que favorece el crecimiento de microorganismos, potencia la retención del agua y nutrientes, en las raíces de los cultivos promueve el intercambio de nutrientes y gases, y ayuda en el crecimiento de las plantas [12].

#### ➤ Fertilizantes Inorgánico

Es un producto que contiene, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida natural. La característica más importante es que debe tener una solubilidad mínima en agua, este aspecto es común en cualquier tipo de fertilizante, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que la mayoría de los nutrientes entran en forma pasiva en la planta, a través del flujo del agua [13].

#### Ventajas y Desventajas de los Fertilizantes Orgánicos e Inorgánicos

##### ➤ Ventajas - Orgánicos

- Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- Suelen necesitar menos energía para su elaboración.
- Recuperan materia orgánica que los suelos necesitan. Favorecen la incorporación de nutrientes permitiendo que los retengan, ayudan a la fijación del carbono y mejoran la capacidad de absorción y retención del agua.
- Aumento de la actividad microbiana [12].

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

➤ **Ventajas - Inorgánicos**

- Presentan una acción concentrada que se especifica en la necesidad de los cultivos, por lo que proporcionan una solución rápida y eficaz. Además, su absorción es fácil y funciona con la misma efectividad en diversos climas y tipos de suelos [13].

➤ **Desventajas - Orgánicos**

- Pueden llegar a ser fuente directa de patógenos si no se tratan adecuadamente [12].

➤ **Desventajas - Inorgánicos**

- Generan dependencia del agricultor a la hora del suministro de este.
- Provocan eutrofización en acuíferos.
- Suelen necesitar más energía para su fabricación y transporte [13].

## Tipos de Fertilizantes

➤ **Orgánicos**

- Cáscaras de huevo: Actúa con fertilizante y repelente de insectos.
- Estiércol: Posee un alto contenido de nitrógeno, aunque sus niveles de nutrientes varían de una carga a otra. Uno de los fertilizantes más económicos, no es de fácil uso con las plantas porque no se equilibra adecuadamente y su uso excesivo puede ser riesgoso. Es fácil de comprar o se puede obtener de los animales.
- Humus de lombriz: Este proviene de la actividad de las lombrices rojas californianas, son excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos, incluidos los que producen las propias lombrices. Es uno de los mejores fertilizantes naturales para utilizar con las plantas. Ideales para cultivos de alto rendimiento, pues contienen dos billones de bacterias por gramo de humus; gracias a eso su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo.

➤ **Inorgánicos**

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

- Nitrato de sodio: Este contiene un 16% de nitrógeno y es conocido como nitrato chileno. Son útiles para suelos ácidos.
- Sulfato de amonio: Cristal blanco, similar a la sal. Contiene cerca del 20% de nitrógeno amoniacal y tiene un efecto acidificante en el suelo.
- Cloruro de potasio: (60% de potasio) sólo contiene potasa (K<sub>2</sub>O). El sulfato de potasio (SOP, 50% de K<sub>2</sub>O) contiene también 18% de azufre.

### Composición Química del Humus (ácido húmico)

Los ácidos húmicos contienen diferentes grupos funcionales cuyas cantidades dependen del origen geográfico, tiempo, condiciones ambientales, biológicas y climatológicas en el cual se produjo la molécula [14]. Sus grupos funcionales principales son fenol, carboxílico y quinona, quienes le dan sus principales características, aunque también se encuentran enol, éteres, azúcares y péptidos. La gran estructura de un ácido húmico se compone de porciones hidrofílicas formadas por grupos –OH y porciones hidrofóbicas constituidas por cadenas alifáticas y anillos aromáticos. La presencia de grupos fenólicos y carboxílicos en las moléculas de los ácidos húmicos, evidenciados en la figura 1, les confiere la capacidad de mejorar el crecimiento de las plantas y su nutrición. Por otra parte, la presencia de los grupos quinona, fenol y carboxílico se relaciona con sus capacidades antioxidantes, fungicidas, bactericidas y antimutagénicas o desmutagénicas [15].

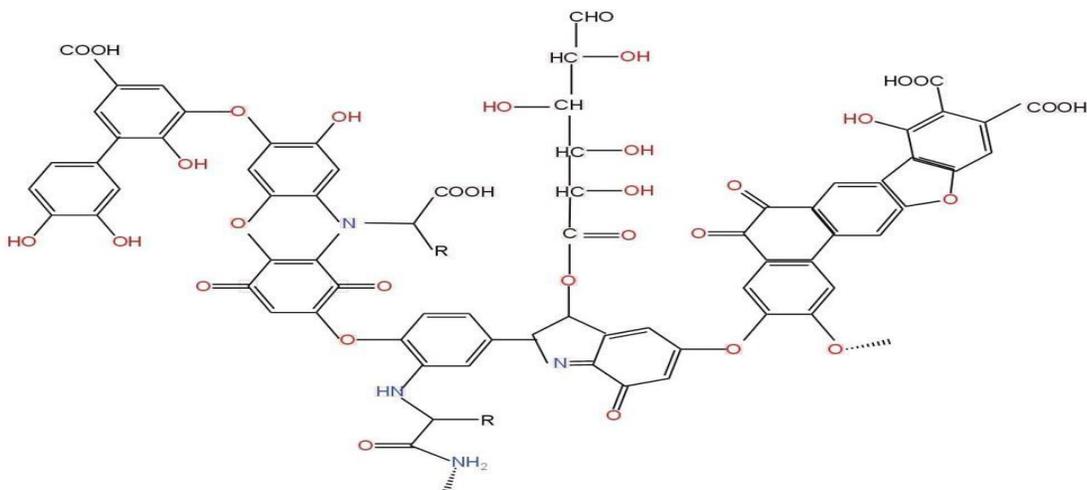


Figura 1. Estructura química Ácido Húmico

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

### 8.3 MARCO LEGAL

Al realizar la toma de muestras de suelo y agua y analizar cada una de estas, se considera una serie de normas y decretos que establecen rangos permisibles para una correcta disposición de estos. Ya que estas nos sirven de soporte para la generación de una correcta guía de rangos establecido por entes certificados nacional e internacionalmente.

Parámetro	Norma o Decreto	Descripción
pH	Decreto 1594 de 1984	Establece el rango de pH para diferentes usos del recurso, tales como: uso agrícola (4,5 a 9) y preservación de flora y fauna en aguas frías dulces (6,5 a 9) [16].
pH	Norma Colombiana Resolución 2115 de 2007	El pH del agua para consumo humano debe estar comprendido entre 5,5 y 9,0 unidades de pH [17].
Oxígeno disuelto	Decreto 1076 de 2015	Establece criterios de calidad para el oxígeno disuelto, la destinación del recurso para la preservación de flora y fauna debe ser 5,0 mg/L en aguas dulces frías y 4,0 mg/L en aguas dulces cálidas. Como el agua dulce fluctúa entre 4,3 mg/L [18].
Conductividad Eléctrica	Rango de trabajo en el IDEAM	Oscila entre 0,0 y 1999 $\mu$ S/cm [19].

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22
Turbidez	Rango de trabajo en el IDEAM	Está estandarizado con un intervalo de aplicación entre 2,0 y 8750 NTU [20].	
Nitratos	Rango de trabajo en el IDEAM	Los nitratos no superan los niveles admisibles para la mayoría de los países, incluyendo Colombia que está en 10 mg/L [21].	
Nitritos	Rango de trabajo en el IDEAM	no suele pasar de 0,1 mg/L, valores entre 0,1 y 0,9 mg/L [21].	
Fosfatos	Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea	Límites permisibles para agua superficial destinada a consumo humano, según el tipo de tratamiento requerido. Para tratamiento físico simple y desinfección 0,52, para tratamiento físico o tratamiento químico y desinfección 0,94 [22].	

Tabla 1. Marco legal

## 9. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este es un tipo de investigación experimental debido a que se analizan y obtienen diferentes datos mediante métodos analíticos. Lo anterior enfocado en la necesidad de contar con un terreno que podía ser aprovechado, como elemento para impulsar la economía nacional y generar alimento para el consumidor local.

## 10. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló a partir de las siguientes etapas:

1. Determinación de los parámetros fisicoquímicos de agua y suelo de la Finca Villa Sofia en Choachí.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

Se obtienen parámetros fisicoquímicos como pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbiedad, sólidos, nitratos, nitritos, fosfatos, materia orgánica, textura con el fin de darle una disposición al agua y a su vez seleccionar una hortaliza que germine respecto a los resultados del suelo para su respectiva producción.

2. Caracterización del agua a partir de resultados obtenidos.

A partir de los resultados del agua se determina la finalidad de esta, teniendo en cuenta los diversos parámetros establecidos. Con la intención de disponer el agua para riego de plantas.

3. A partir de resultados de suelo de primera etapa y el estudio de mercado se analiza la factibilidad de la hortaliza a sembrar.

Se realiza un estudio de mercado analizando importaciones, exportaciones, oferta y demanda del tomate y junto a los resultados obtenidos en la primera etapa se analiza la viabilidad de la siembra de esta hortaliza.

4. Propuesta de fertilizante orgánico para mejorar las condiciones del cultivo del tomate.

Se investigó el fertilizante orgánico más viable, rentable y a su vez que ayude a la buena producción del cultivo de esta hortaliza, haciendo un análisis de sus propiedades químicas.

5. Métodos químicos para la obtención del fertilizante a partir de biomasa (Lombrices).

Teniendo en cuenta que este fertilizante se encuentra en dos presentaciones Humus líquido y sólido, se selecciona el más beneficioso para el cultivo y se plantean métodos químicos para su extracción.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACION DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

## 10.1 CRONOGRAMA

Las actividades planteadas dentro de la metodología y el tiempo estimado para la ejecución de cada una de ellas establecen en la siguiente tabla.

ACTIVIDAD	JUNIO 2021			JULIO 2021		JUNIO 2022						JULIO 2022								
	23	24	25	1	2	7	9	14	16	21	23	28	30	5	7	12	14	19	21	
Toma de muestras en la finca villa Sofia en Choachi																				
Analisis en laboratorio de agua																				
Analisis en laboratorio de suelo																				
Tablas de datos con resultados de agua y suelos																				
Analisis de resultados de agua y suelos																				
Estudio de mercado del tomate																				
Condiciones para cultivo del tomate																				
Comparacion de fertilizantes																				
Propuesta fertilizante organico humus de lombriz																				
Metodos quimicos para la obtencion del humus																				

Tabla 2. Cronograma de actividades

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

## 10.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.

Cantidad	Equipos e instrumentos
1	Multiparámetro
1	Turbidímetro
1	Aro con nuez
1	Soporte universal
1	Capsula de porcelana
1	Probeta de 50ml
1	Papel filtro
1	Embudo Buchner
1	Erlenmeyer con desprendimiento lateral
1	Pinzas para crisol
1	Vaso de precipitado 100 mL
1	Pinzas punta plana
1	Encendedor
1	Trípode y malla de calentamiento

Tabla 3. Materiales y equipos

Cantidad	Reactivos
1 L	Agua destilada
1	Kit nitratos
1	Kit nitritos
1	Kit fosfatos

Tabla 4. Reactivos

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

## 10.3 PROCEDIMIENTO

### 10.3.1 Metodología determinación características fisicoquímicas del agua

En la finca Villa Sofía del Municipio de Choachí, Cundinamarca se establecen los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua. Para ello, se realizaron las siguientes técnicas.

- pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica

Con un multiparámetro previamente lavado con agua destilada, se introdujo en 100mL de muestra arrojando así las condiciones a las que se encontraba [23].

- Turbiedad

Se introdujo en la muestra problema un turbidímetro, hasta aforar la celda negra, para así medir la turbiedad exacta [24].

- Pruebas de sólidos

Sólidos totales: Se tomó 25mL de muestra problema previamente agitada, posteriormente se calentó en una cápsula de porcelana en montaje de evaporación, el residuo se llevó al horno a 110° por 10 min., al desecador y se pesó la cantidad de sólidos [25].

- Sólidos totales suspendidos

El papel filtro con los sólidos se llevó a un horno a 105°C por 30 minutos, se dejó en el desecador y posteriormente se pesó la muestra [26].

- Determinación de nitratos

En una cubeta de cristal se adicionó 10mL de la muestra hasta la marca. Se agregó 1 paquete de reactivo HI 3874-0. Se agitó vigorosamente durante 1 minuto. Al pasar 4 minutos el color se desarrolló, se retiró la tapa y se llenó el cubo comparador de color con 5mL de la muestra problema. Se determinó de qué color se empareja con la solución en el cubo y se registró el resultado como mg/L (ppm) [27].

- Determinación de nitritos

Se llenó la cubeta de cristal con 10mL de la muestra, se añadió 1 paquete de reactivo HI 3873-0, con la tapa, se agitó suavemente hasta que se disolvió el polvo, se esperó 6 minutos a que el color se desarrollara. Se retiró la tapa y se llenó el cubo comparador de color con 5mL de la muestra. Se determinó que el color emparejaba mejor con la solución en el cubo y

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

se registró el resultado en mg/L (o ppm) [27].

➤ **Determinación de fosfatos**

En un vaso de plástico con tapa, se adiciono 10mL de muestra, se añadió un paquete de reactivo HI 3833- 0, se mezcló la solución hasta que los sólidos se disolvieron. Se transfiere la solución al cubo comparador de color, se reposó durante 1 minuto y se determinó el color que se ajusta mejor, se registraron los resultados em mg/L (o ppm) [27].

### **10.3.2 Metodología determinación características fisicoquímicas del suelo**

Se extrajeron 15 muestras, identificando sectores estratégicos de la finca, se marcaron las bolsas de muestreo dependiendo de cada lugar. Teniendo este parámetro establecido, se comenzó con la extracción de las muestras, las cuales se deben sustraer de forma oblicua y en forma de V, con una profundidad de 20 cm. Obtenidas las muestras se procede a ponerlas en las bolsas previamente marcadas [28] [29]. Con las muestras se realizaron las siguientes pruebas.

➤ **Secado**

Se secaron las muestras en una estufa a 40°C por 2 días, se tamizó la mitad de la muestra a 2mm y 600 micrómetros [30] [31].

➤ **pH**

Con la muestra tamizada a 2mm, se tomó 10g y se mezcló con 10mL de agua, se agitó hasta homogeneizar, con un pH metro se registran los resultados para cada muestra [31] [32].

➤ **Materia Orgánica**

Una muestra del suelo tamizado a 2mm, se secó al horno a una temperatura de 105°C y se calcinó a una temperatura de 600°C. La producción de cenizas corresponde a la cantidad de materia orgánica [31] [33].

➤ **Textura**

Para identificar la textura de este se tuvo en cuenta el triángulo textural. Primero se localizó el número que representa el porcentaje de la arena, hallado con él % de humedad y Bouyoucos a 40s en la parte inferior del triángulo. Luego se buscó el número que representa el porcentaje de limo en el suelo en el lado derecho del triángulo. Por último, con el valor de limo, se miró

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

el punto dónde las dos líneas se interceptan. Se siguió la línea que emerge hacia la izquierda del punto de intersección hacia el mismo lado del triángulo, donde se halló el porcentaje de la arcilla [34].

## 11. RESULTADOS

### 11.1 Resultado metodología parámetros fisicoquímicos del agua

En las tablas 5 y 7 se presentan los resultados obtenidos y se comparan con los parámetros fisicoquímicos establecidos por el ministerio de ambiente.

Resultados pH, Oxígeno disuelto y conductividad eléctrica.

Parámetro	Resultado
pH	7,2
Oxígeno Disuelto (mg/L)	4,3
Conductividad Eléctrica ( $\mu S/cm$ )	150
Turbiedad (UTN)	35
Sólidos sedimentables mg/L	1
Nitratos mg/L	5
Nitritos mg/L	0,1
Fosfatos mg/L	0,3

*Tabla 5. Resultados Agua pH, Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos, nitratos, nitritos y fosfatos.*

	<b>GUÍA PARA PRESENTACION DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

Resultado metodología parámetros fisicoquímicos del suelo con 15 muestras

Muestras	pH muestra suelo		Contenido de humedad					Textura			Clase Texturales		
	Ph suelo	Oxigeno disuelto	Peso cenizas 600°C	Peso muestra seca 105°C	% Materia Organica	Peso crisol	% Humedad	40 s (SENA FISHER OLDER)	2 hrs (SENA FISHER OLDER)	Arena		Arcillas	Limos
MUESTRA 1	7,2	1,6	47,3153	48,4245	6,30	41,6478	9,21%	14	6,2	71,9741992	12,4114261	15,6143747	Franco Arenoso
MUESTRA 2	6,59	1,89	45,1203	46,3048	6,90	40,7043	12,44%	25	15,2	49,9378173	30,4378071	19,6243756	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 3	7,36	1,88	45,8251	48,1068	6,70	38,6974	6,33%	18	7,2	63,9772201	14,409112	21,613668	Franco Arenoso
MUESTRA 4	4,22	1,9	45,145	45,8304	8,34	38,3966	7,26%	10	5,2	79,9854735	10,4075538	9,60697273	Franco Arenoso
MUESTRA 5	6,53	1,7	35,8182	37,1575	6,80	31,621	16,28%	19	17	50,238483	24,6780384	8,93749274	Franco Arenoso
MUESTRA 6	7,21	1,5	52,5416	53,7674	6,52	48,5115	11,41%	14	9	71,9680397	18,0205459	10,0114144	Franco Arenoso
MUESTRA 7	7,02	1,95	41,9973	42,5171	6,10	34,6584	6,40%	21	12	57,9731133	24,0153638	18,0115229	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 8	6,24	1,9	47,409	48,0225	6,25	41,1976	8,05%	20	11,2	59,9678036	22,41803	17,6141664	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 9	6,1	2	46,6898	47,1281	6,23	39,7332	6,58%	21	15	57,9723765	30,0197311	12,0078924	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 10,1	6,3	1,84	38,6826	39,0628	6,66	31,793	8,11%	9	4	81,985399	8,00648933	10,0081117	Arenoso Franco
MUESTRA 10,2	6,7	1,54	29,3404	29,7022	5,20	22,1836	9,78%	7	4	85,9863027	8,00782702	6,00587027	Arenoso Franco
MUESTRA 11	6,1	1,8	40,0082	42,3492	6,15	30,6478	1,67%	15	11	69,9949985	22,0036677	8,00133373	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 12	4,9	1,8	39,5968	39,8678	6,57	34,5073	12,47%	18	10,2	63,9551064	20,4254397	15,6194539	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 13	5,9	1,95	56,1616	56,4209	7,00	48,0802	3,47%	17	12	65,988219	24,008316	10,003465	Franco Arcilloso Arenoso
MUESTRA 14	5,3	1,8	46,4917	46,7068	7,50	38,5693	4,53%	25	20	49,9773616	40,0181108	10,0045277	Arcillo Arenoso
MUESTRA 15	5,83	1,9	49,7185	50,0287	6,50	41,7575	4,16%	16	9,2	67,9867002	18,4076474	13,6056524	Franco Arenoso
PROMEDIO	6,22	1,8			6,61		8,93%						FRANCO ARENOSO

Tabla 6. Resultados de suelo 15 muestras

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

## 11.2 Resultados promedio de parámetros del suelo

Parámetro	Resultado
pH	6,22
C.E	1,8
% Humedad	8,93%
% Materia Orgánica	6,61%
Textura	Franco arenoso

*Tabla 7. Resultados suelo*

## 12. ANALISIS DE RESULTADOS

Caracterización del agua a partir de resultados obtenidos.

En lo que respecta el pH el valor obtenido es de 7,2. En la mayoría de las fuentes de agua natural fluctúa entre 6,5-8,5. Según la norma Colombiana Resolución 2115 de 2007, el pH del agua para consumo humano debe estar comprendido entre 5,5 y 9,0 unidades de pH [17]. El Decreto 1594 de 1984 establece el rango de pH para diferentes usos del recurso, tales como: uso agrícola (4,5 a 9) y preservación de flora y fauna en aguas frías dulces (6,5 a 9) y establece para fuentes de agua aceptable valores de pH comprendidos entre 6 y 8,5 unidades de pH [16].

El oxígeno disuelto es muy importante ya que hay especies que requieren de niveles elevados de este, su insuficiencia tiene consecuencias muy graves como la muerte de animales. Hay factores que intervienen en la cantidad de oxígeno, el aumento de la temperatura y la altitud conllevan a la pérdida de este parámetro, es decir, el agua contiene menos oxígeno en lugares altos [35]. El decreto 1076 de 2015 establece criterios de calidad para el oxígeno disuelto, la

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

destinación del recurso para la preservación de flora y fauna debe ser 5,0 mg/L en aguas dulces frías y 4,0 mg/L en aguas dulces cálidas [18]. Como el agua dulce fluctúa entre 4,3 mg/L, se encuentra dentro de los parámetros medioambientales [36].

De la conductividad eléctrica se determinó que tiene una corriente alta, esto es proporcional a la cantidad de iones presentes. El agua en estas fuentes hídricas tiene iones en disolución y siendo el pH alcalino se favorece la actividad bacteriana nitrificante, que contribuye a la conductividad eléctrica [37]. Este método se puede aplicar a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida. El rango de trabajo en el IDEAM oscila entre 0,0 y 1999  $\mu\text{S}/\text{cm}$  [19]. Por ende, cumple con lo establecido.

En la turbiedad del agua se analizó que pierde su transparencia debido a los sólidos en suspensión, entre más sólidos más impura estará, aumentando sus valores de turbidez [38]. Este parámetro según el IDEAM está estandarizado con un intervalo de aplicación entre 2,0 y 8750 NTU [20]. El agua analizada contiene sólidos como minerales y se encuentra dentro del rango establecido.

Los niveles de nitratos y nitritos son importantes para determinar la calidad del agua ya que se relacionan con el ciclo de nitrógeno del suelo y plantas [39]. La presencia de nitritos en el agua es indicativa de contaminación reciente, el nivel de nitrito no suele pasar de 0,1 mg/L, valores entre 0,1 y 0,9 mg/L pueden indicar problemas de toxicidad dependiendo del pH. Los resultados los nitritos presentaron un valor de 0,1 mg/L esto indica baja cantidad de este. Por otro lado, los nitratos no superan los niveles admisibles para la mayoría de los países, incluyendo Colombia que está en 10 mg/L [21], según los resultados este presenta un valor de 5 mg/L que estaría en los estándares, indicando que el agua no presenta contaminación.

En el aumento de fosfatos intervienen el uso de fertilizantes, excreciones humanas, detergentes y productos de limpieza [40]. En lugares donde hay más vegetación y más actividad humana hay más índice de fosfato. No existe norma colombiana para fósforo total,

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

por esto se tuvo como referente la Directiva 75/440/CEE de la Unión Europea cuyos límites permisibles para agua superficial destinada a consumo humano [22], según el tipo de tratamiento requerido presentado en la tabla 8.

Parámetro	A1	A2	A3
Fosfato (mg/L)	0,52	0,94	0,94

Tabla 8. Fosfatos según la Unión Europea.

Tipo A1: Tratamiento físico simple y desinfección

Tipo A2: Tratamiento físico o tratamiento químico y desinfección

Tipo A3: Tratamiento físico y químico intensivo y desinfección [40].

De acuerdo con los resultados (0,3 mg/L) se concluye que esta agua es apta para riego de uso agrícola.

**A partir de resultados de suelo de primera etapa y el estudio de mercado se analiza la factibilidad de la hortaliza a sembrar.**

Se da una aplicabilidad al sector agrícola del municipio de Choachí, Cundinamarca, para los sembrados de tomate, pues las condiciones de suelo cumplen parámetros para que el cultivo germine correctamente. De acuerdo con las condiciones edafoclimatológicas del tomate, como la temperatura fluctúa entre 15 y 25°C, determina que es apto ya que Choachí presenta un rango de 18 a 20°C [10]. El tomate puede tolerar un pH de hasta 5,5, aunque el valor ideal para el cultivo debe ser de 6,0 a 7 [41]. El promedio de las 15 muestras de suelo da un pH de 6,22, siendo el indicado para el cultivo. La conductividad eléctrica óptima para este cultivo está entre 1,5 y 2 dS/m y la hallada es de 1,8dS/m, cumpliendo lo establecido [42]. En el caso de la humedad su porcentaje fue bajo (8,93%) y la insuficiencia de agua influye negativamente en el desarrollo y en la producción [43]. Por otro lado, las condiciones de cultivo requieren un alto contenido de materia orgánica [42], obteniendo como resultado 6,61%, dando un valor bajo para este parámetro, por esto se plantea la utilización del

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

fertilizante orgánico para aumentar este componente, ya que un alto contenido favorece la porosidad, mejorando así la aireación y penetración del agua [44]. Por último, los suelos aptos para cultivar tomate pueden ser francos arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos [45], a partir de los resultados de la textura, se obtuvo un suelo franco arenoso, contando con la textura requerida.

## 12.1 ESTUDIO DE MERCADO

Actualmente en Colombia el precio del tomate ha tenido un gran crecimiento, según la información consultada en el DANE, aumentado debido a las fuertes lluvias, ya que han afectado las vías de ingreso a los cultivos [4]. También debido a los altos costos de los insumos, en el mes de abril los fertilizantes tuvieron una subida del 12,6%, y otros insumos como herbicidas, insecticidas sustratos, etc., tuvieron un alza [46].

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el mundo [47], posee gran importancia económica y comercial, es fuente de vitaminas y minerales y está actualmente difundido en todos los continentes [48]. A nivel mundial en el año 2012 se produjeron 161.793.834 ton de tomate, siendo China el mayor productor con 50.000.000 ton, junto con India 17.500.000 ton, Estados Unidos con 13.206.950 ton, Turquía con 11.350.000 ton y Egipto con 8.625.219 ton. En Colombia se producen unas considerables cantidades, para el año 2013 se generaron 412.351,2 ton, siendo Norte de Santander el principal departamento productor con 119.787 ton, seguido por Antioquia con 47.110 ton, Boyacá con 46.638 ton, Santander con 42.924 ton y Cundinamarca con 26.851 ton [49]. Se muestra en la figura 2, esta producción por departamentos.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

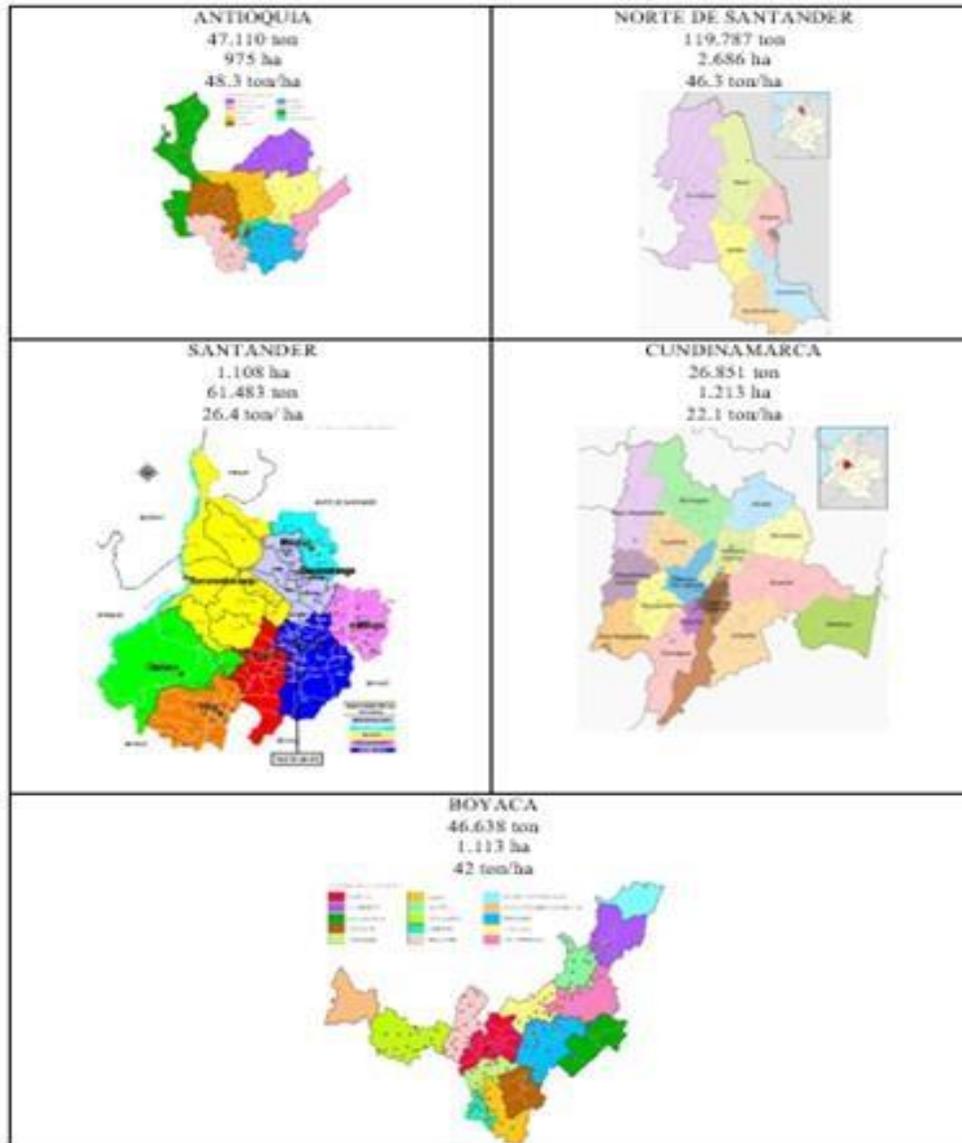


Figura 2. Área sembrada, producción y rendimiento del cultivo de tomate.

### ➤ Importaciones

Los principales países importadores de tomate son Estados Unidos con una participación del 23,6%, seguido por Alemania con 16%, Federación Rusa con 10,7%, Reino Unido con 7,9% y Francia con 6,8% [50].

Estos países de primer mundo son grandes productores. Según Trademap 2014 [49], en 2012 Estados Unidos importó 2.000.000 ton y siendo Colombia un país agrícola, se debe producir

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

más para evitar tanta importación y suplir la demanda de lo que requiere el país.

➤ **Exportaciones**

En el año 2013 se realizaron exportaciones de tomate desde Colombia por valor de 298.565 dólares (Partida arancelaria 0702000000, 20029000000), siendo los principales países destino de las importaciones las Antillas Holandesas (228.174 dólares), Aruba (49.200 dólares), Ecuador (18.910 dólares) y España (2.281 dólares). Por su parte, los principales departamentos exportadores en Colombia fueron Cundinamarca con una participación del 52,8% del total exportado, Atlántico con 37,9%, Bogotá con 6,3%, Santander con 2,3% y Risaralda con 0,8% [51]. Siendo Cundinamarca el departamento más exportador, se optó por producirlo a gran escala para suplir la demanda nacional.

➤ **Precio del tomate**

El precio del tomate presenta un comportamiento fluctuante, presentado un promedio entre \$ 1,000 a \$1,500 por libra, aunque este comportamiento varía durante un periodo de tiempo por factores climatológicos, aunque el cambio en el precio no es tan alto debido a su oferta en la mayoría de los departamentos donde produce esta hortaliza [42].

**Propuesta de fertilizante orgánico para mejorar las condiciones del cultivo del tomate**

De acuerdo con los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos y soportados en el estudio de mercado, enfocado en la demanda, en sus exportaciones e importaciones, variación de precios y su impacto ambiental se establece la viabilidad de la siembra del tomate en la finca Villa Sofia. Sin embargo, es necesario un fertilizante que mejore las condiciones antes mencionadas siendo el humus la mejor opción por su bajo costo, múltiples beneficios a la planta y favoreciendo el medio ambiente, cumpliendo con el objetivo 12 de desarrollo sostenible.

➤ **Costos del humus**

El humus es una opción rentable, ya que hay varias empresas que lo comercializan en

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

Colombia. Se vende principalmente en dos presentaciones sólido 3kg a un valor de \$7.000 y líquido \$50.000 1 galón. Por su alto costo en estado líquido se proponen métodos experimentales para su obtención.

## **12.2 MÉTODOS QUÍMICOS PARA LA OBTENCIÓN DEL FERTILIZANTE A PARTIR DE BIOMASA (LOMBRICES).**

Desde la propuesta de investigación se plantean los siguientes métodos de obtención para el humus sólido y líquido.

### 12.2.1 Humus Solido

Se necesita preparar una vermicompostera, o compostador para lombrices rojas californianas realizando agujeros en la tapa y en el fondo de la caja superior, con esto se aportará ventilación y transpiración al recipiente. Se agrega turba en la bandeja superior, en la que se disponen las lombrices con residuos vegetales en un periodo de 4 a 8 semanas precipita el humus [52] [53].

### 12.2.2 Humus liquido

#### ➤ Hidrolisis Alcalina

Se pesa 15 g de humus de lombriz y 1,68 g de KOH en un beaker de 400mL, a la mezcla se le adiciona 150mL de agua, llevándolo a baño maría a una temperatura de 60°C por 2hrs en agitación constante, transcurrido el tiempo se tapa y se deja reposar de 4 a 24hrs. Posteriormente se mide el pH, al encontrarse homogéneo debe reportar un valor de 13, de lo contrario agitarse nuevamente. Por último, se separan las fases, en el fondo se encuentran las arcillas y huminas en la fase líquida las sustancias húmicas [54].

#### ➤ Tratamiento Ácido

La parte líquida obtenida del proceso anterior se somete a un tratamiento ácido utilizando 13mL de ácido sulfúrico 3M, se añade lentamente a constante agitación, hasta conseguir un pH que oscile entre 2,5 y 3. Luego de ajustarlo se tapa y se deja reposar por 4hrs, en ese tiempo se separa el ácido fúlvico del húmico, el ácido húmico es insoluble en pH ácido y por ende, descende en la mezcla, quedando el fúlvico en la parte superior [54].

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

➤ Método de obtención por medio acuoso

En un beaker de 400mL se añade 150g de humus sólido y luego se afora con agua dejando reposar por media hora. Para luego, realizar un proceso de filtración con bomba al vacío para que el líquido atraviese el filtro de una manera más eficiente y sin pérdidas.

➤ Selección de presentación del Humus

Al realizar una comparación entre el humus líquido y sólido, desde la propuesta de investigación se plantea la utilización en fase líquida por su fácil aplicación, su efectividad en el control de enfermedades y plagas, protegiendo los microorganismos favoreciendo la incorporación de nutrientes en las plantas, pues su naturaleza líquida hace que llegue mucho más rápido a las raíces [55]. Para su dosificación se recomienda diluirlo en agua a una concentración del 5% y regarlo abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore de una forma rápida al suelo.

### 13 CONCLUSIONES

- El uso de diversos productos químicos en la agricultura genera un aumento en la contaminación de suelos y aguas subterráneas debido a la precipitación de lixiviados.
- La presencia de compuestos residuales en los sembrados afecta los ecosistemas y la calidad de los productos vegetales. Para mitigar este impacto ambiental se propone utilizar sistemas de producción soportados en compuestos naturales.
- El suelo de la finca Villa Sofía (Choachí) al presentar bajos niveles de materia orgánica y humedad se favorece con la implementación del humus de lombriz como fertilizante permitiendo un mejor sembrado del tomate reduciendo contaminantes químicos, mejorando tiempos de cultivo, y generando la posibilidad de importar productos de calidad.

### 14 REFERENCIAS (BIBLIOGRAFÍA)

- [1] Naciones Unidas, La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe.
- [2] Perilla A., Rodríguez L. y Bermúdez L. (2011), Estudio técnico-económico del sistema

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

de producción de tomate bajo invernadero en Guateque, Sutatenza y Tenza (Boyacá).

REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS.

[3] López L. Manual Técnico del tomate “Solanum lycopersicum” (2016) Programa regional de investigación e innovación por cadenas de valor agrícola.

[4] Dane, Boletín semanal del 4 al 10 de junio de (2022).

[5] Caicedo E. (2022), ¿Por qué los cultivos de Colombia tienen baja productividad? El tiempo.

[6] CCA (2017), Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.

[7] Narváez F., ingeniero ambiental, Temuco Chile, Humus de lombriz.

[8] Escobar A. (2013), Usos potenciales del humus (Abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa fertilombriz, corporación universitaria la sallista. Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias.

[9] Agroware, (2018), Las bondades de usar humus de lombriz en tus cultivos. Disponible en <https://sistemaagricola.com.mx/blog/ventajas-de-usar-humus-de-lombriz-en-tus-cultivos/>.

[10] Veloza, C. y Herbed W. (2012), Ecoturismo en el municipio de Choachí–Cundinamarca.

[11] Desarrollo rural (2018), Economía campesina de Choachi en alto riesgo. Disponible en <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/economia-campesina-de-choachi-en-alto-riesgo>.

[12] Garro J. (2016), El suelo y los abonos orgánicos. Sector Agroalimentario.

[13] FERTINNOWA. Características de diferentes fertilizantes inorgánicos (2020), Ficha Técnica fertilizantes inorgánicos.

[14] Gomes de Melo, B.A. et al. (2016), Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. Materials Science and Engineering. 2016, 967-974.

[15] Wei, S. et al. (2018), Fungistatic Activity of Multiorigin Humic Acids in Relation to Their Chemical Structure. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

[16] Decreto 1594 de 1984, Presidencia de la República. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> <b>Investigación</b>	<b>Fecha de emisión:</b> <b>31-Oct-22</b>	<b>Fecha de versión:</b> <b>31-Oct-22</b>

del agua y residuos líquidos. Bogotá: Presidencia, 1984.

[17] Resolución 2115 de 2007, Ministerio de la protección social y ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá: MPS y MAVDT, 2007.

[18] Decreto 1076 de 2015, Presidencia de la República. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá: Presidencia, 2015.

[19] Suarez D. IDEAM (2006), Conductividad eléctrica por el método electrométrico en aguas.

[20] Carpio T. IDEAM (2007), Turbiedad por nefelometría.

[21] Costa Posada C, Rivera H, León P, Rueda J, Fernández N, Pérez E, Suarez C, Molina Y. (2007), Centro de investigaciones en hidroinformática (Informe final IDEAM Nitratos y Nitritos).

[22] IDEAM, República de Colombia Promedio de Fósforo Total (PPT).

[23] Álvarez R.. (2014) Instructivo del uso del multiparámetro. Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025.

[24] Chacón M. (2016), Análisis físico y químico de la calidad del agua, Universidad Santo Tomás.

[25] Torres C. (2006), Procedimiento para la medición de sólidos totales, Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas Laboratorio de Sistemas Ambientales.

[26] Norma Mexicana, NMX-AA-034-SCFI, (2015), Análisis de agua - medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba, secretaría de economía.

[27] Bolaños J., Cordero G., y Segura G. (2017), Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica).

[28] IGAC Instituto geográfico Agustín Codazzi, Guía de muestreo.

[29] ICONTEC (2004) Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Directrices para la preservación

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		Código: IN-IN-001 Versión:01
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 31-Oct-22	Fecha de versión: 31-Oct-22

y manejo de las muestras. Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 5667-3.

[30] Zagal E. y Sadzawka A. (2007), Protocolo de métodos de análisis para suelos y lodos. Universidad de Concepción Facultad de Agronomía Chillán, Miembro Comisión de Normalización y Acreditación, Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo.

[31] Instituto geográfico Agustín Codazzi. Métodos analíticos de laboratorio de suelos 6a edición.

[32] IDEAM (2013), Promedio del potencial hidrógeno (PpH).

[33] C. Materia orgánica. Disponible en <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/803/4/C.%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf>

[34] Ciancaglini N. Instructivo. Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.

[35] Folleto informativo oxígeno disuelto (OD), Folleto Informativo 3.1.1.0. Disponible en [https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf).

[36] IDEAM, República de Colombia Promedio de Oxígeno Disuelto (POD).

[37] Hahn-Schlam F, Miranda-Salgado G, Pérez-López G, mayo-Díaz O, Rojas-Serrano F. y Coras P. (2006), Monitoreo de la calidad del agua en el río Texcoco mediante sensores selectivos de iones, México.

[38] Induanalisis laboratorio ambiental turbiedad, Disponible en [https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/turbidez\\_28](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/turbidez_28).

[39] Cabrera Molina E, Hernández García L, Gómez Ruíz H, Ma. del Pilar Cañizares Macías, (2003), Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar.

[40] Putz P. (2010) Eliminación y determinación de fosfatos.

[41] Martínez S. (2007) Suelo y preparación del terreno, Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate. Estación experimental, Universidad de Puerto Rico.

[42] Núcleo Ambiental SAS (2015) Manual Tomate, Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá.

	<b>GUÍA PARA PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</b>		<b>Código: IN-IN-001</b> <b>Versión:01</b>
	<b>Proceso:</b> Investigación	<b>Fecha de emisión:</b> 31-Oct-22	<b>Fecha de versión:</b> 31-Oct-22

- [43] Escobar, H. y Lee, (2001) R. Producción de tomate bajo invernadero. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- [44] Agrositio. Beneficios de la materia orgánica en el suelo. Disponible en <https://www.agrositio.com.ar/noticia/204377-beneficios-de-la-materia-organica-en-el-suelo#:~:text=La%20materia%20organica%20proporciona%20grande,y%20la%20penetracion%20del%20agua.>
- [45] Proyecto de Desarrollo de la cadena de Valor y conglomerado (2008), Programa de diversificación hortícola. Conglomerado Agrícola Cultivo del Tomate.
- [46] Dane, Boletín mensual N°118 Insumos y factores de la producción agropecuaria, 2022.
- [47] El tomate, Disponible en <https://zaguan.unizar.es/record/10535/files/TAZ-PFC-2013-233.pdf>.
- [48] Esquinas-Alcázar, J. y Nuez V., F. (1995) Anatomía y fisiología de la planta. En: El Cultivo del Tomate. F. Nuez ed. Mundi-Prensa.
- [49] Trademap, 2014
- [50] Agronet,(2014) Estadísticas agropecuarias SEA.
- [51] Cámara de Comercio de Bogotá (2014) CCB.
- [52] Gomes de Melo, B.A. et al. (2016). Humic acids: Structural properties and multiple functionalities for novel technological developments. Materials Science and Engineering. 2016, 967-974.
- [53] Wei, S. (2018) et al. Fungistatic Activity of Multiorigin Humic Acids in Relation to Their Chemical Structure. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- [54] Ing. Agr Somarriba R. Guzmán F, (2004) Guía de lombricultura Universidad nacional agraria.
- [55] Solís E. (2019) Estudio para la obtención de ácido húmico por hidrólisis ácida de humus de lombriz utilizando ácido sulfúrico, para la industria de la curtiembre Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- [56] Nostoc biotech. Humus líquido: Comparativa, humus líquido y humus sólido. Disponible en: <https://www.nostoc.es/humus-de-lombriz-comparativa-humus-liquido-y-solido/>.