

**Determinación de trazas contaminantes de plomo y estaño del tomate fresco (*Solanum lycopersicum*), mediante técnicas espectrométricas de emisión atómica, producido en los municipios de Oiba y San Gil de las provincias de Guantán y Comunera**

**Jenny Carolina Carreño Muñoz**

**Proyecto de Grado para optar al título Profesional en Producción Agroindustrial**

**Director:**

**Gloria Patricia Porras Rojas**

**Magíster en Gestión y Política Pública**

**Universidad Industrial de Santander**

**Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia**

**Producción Agroindustrial**

**Bucaramanga**

**2020**

Contenido

|  | Pág. |
|--|------|
| Introducción.....  | 9    |
| 1. Problema de investigación .....                           | 9    |
| 1.1 Planteamiento del problema.....                          | 9    |
| 1.2 Delimitación del problema.....                           | 10   |
| 1.2.1 Delimitación espacial.....                             | 10   |
| 1.2.2 Delimitación Cronológica.....                          | 10   |
| 2. Objetivos .....   | 11   |
| 2.1 Objetivo General.....                                    | 11   |
| 2.2 Objetivos Específicos .....                              | 11   |
| 3. Justificación.....  | 12   |
| 4. Marco de Referencia.....                                  | 13   |
| 4.1 Estado del Arte .....                                    | 13   |
| 4.2 Marco Teórico.....                                       | 15   |
| 4.3 Marco Geográfico .....                                   | 18   |
| 4.3.1 Invernadero: Municipio de Oiba .....                   | 18   |
| 4.3.2 A campo abierto: Municipio de Oiba .....               | 19   |
| 4.3.3 Cultivo Orgánico: Municipio de San Gil.....            | 20   |
| 4.4 Marco Legal.....   | 21   |
| 4.4.1 Resolución 719 de 2015.....                            | 21   |
| 4.4.2 Artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012.....          | 22   |
| 4.4.3 Decreto 1575 de 2007 (mayo 9).....                     | 22   |
| 4.4.4 Norma Técnica Colombiana 1287 (26-11-2008) Aplica..... | 22   |
| 5. Diseño Metodológico.....                                  | 24   |
| 5.1 Tipo de investigación .....                              | 24   |
| 5.2 Formulación de la hipótesis .....                        | 24   |

|   |    |
|---|----|
| 5.3 Definición de variables.....  | 24 |
| 5.3.1 Variable independiente. ....  | 24 |
| 5.3.2 Variable dependiente. ....  | 25 |
| 5.4 Población objetivo.....   | 25 |
| 5.5 Sistemas de recolección de información .....  | 25 |
| 5.5.1 Sistema de invernadero: .....   | 26 |
| 5.5.2 Sistema a campo abierto:.....   | 31 |
| 5.5.3 Sistema agricultura orgánica.....   | 43 |
| Hubo aparición plaga en hoja (Liriomyza trifolii) .....   | 44 |
| 5.5.4 Elaboración de la pasta artesanal. ....   | 47 |
| 5.5.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración .....  | 49 |
| 5.6 Métodos y técnicas de investigación .....   | 49 |
| 6. Análisis de resultados .....   | 51 |
| 7. Conclusiones.....  | 53 |
| 8. Recomendaciones.....   | 55 |
| Referencias Bibliográficas.....   | 56 |
| Apéndices .....   | 59 |
| Apéndice A. Informe del laboratorio, prueba piloto tomate fresco producido a campo abierto. ....                            | 59 |
| Apéndice B. Muestra de la pasta de tomate mediante el método de cromatografía cualitativa. ....                             | 60 |
| Apéndice C. Establecimiento del cultivo de tomate mediante un sistema orgánico. ....  | 61 |
| Apéndice D. Imágenes del cultivo de tomate tipo Rio grande en la vereda Bella Vista en el municipio de Oiba-Santander. .... | 63 |
| Apéndice E. Imágenes del establecimiento del cultivo de tomate por invernadero.....   | 64 |

**Lista de Figuras**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <i>Figura 1.</i> Ubicación sistema productivo por invernadero .....      | 18          |
| <i>Figura 2.</i> Coordenadas del sistema productivo por invernadero..... | 19          |
| <i>Figura 3.</i> Ubicación del sistema productivo a campo abierto .....  | 20          |
| <i>Figura 4.</i> Coordenadas del sistema productivo a campo abierto..... | 20          |
| <i>Figura 5.</i> Ubicación sistema productivo orgánico.....              | 21          |
| <i>Figura 6.</i> Flujograma de proceso elaboración pasta de tomate ..... | 49          |

**Lista de Tablas**

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Tabla 1 . <i>Requisitos físico químicos para los concentrados de tomate</i> .....           | 22          |
| Tabla 2 <i>Requisitos microbiológicos para el concentrado de tomate</i> .....               | 23          |
| Tabla 3. <i>Requisitos de metales pesados para los concentrados de tomate</i> .....         | 23          |
| Tabla 4. <i>Fenología del tomate variedad Rio Grande- DRD larga vida</i> .....              | 26          |
| Tabla 5. <i>Fenología del tomate variedad Chonto- Roble larga vida</i> .....                | 26          |
| Tabla 6. <i>Control de plagas y enfermedades del tomate por el sistema invernadero</i> .... | 27          |
| Tabla 7. <i>Plan de fertilización por sistema invernadero</i> .....                         | 28          |
| Tabla 8. <i>Fenología del tomate variedad Rio Grande- DRD</i> .....                         | 31          |
| Tabla 9. <i>Fenología del tomate variedad Chonto- GEM</i> .....                             | 32          |
| Tabla 10. <i>Control de plagas y enfermedades por el sistema a campo abierto</i> .....      | 33          |
| Tabla 11. <i>Fertilización del tomate producido a campo abierto.</i> .....                  | 36          |
| Tabla 12. <i>Fenología del tomate variedad Rio Grande</i> .....                             | 43          |
| Tabla 13. <i>Fenología del tomate variedad Chonto</i> .....                                 | 45          |
| Tabla 14. <i>Ficha técnica abono orgánico utilizado en el sistema orgánico</i> .....        | 47          |
| Tabla 15. <i>Pruebas a realizar</i> .....   | 50          |
| Tabla 16. <i>Resultados del análisis de laboratorio-prueba piloto</i> .....                 | 51          |

### Lista de Apéndices

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Apéndice A. Informe del laboratorio, prueba piloto tomate fresco producido a campo abierto. .                                  | 59          |
| Apéndice B. Muestra de la pasta de tomate mediante el método de cromatografía cualitativa. ..                                  | 60          |
| Apéndice C. Establecimiento del cultivo de tomate mediante un sistema orgánico. ....   | 61          |
| Apéndice D. Imágenes del cultivo de tomate tipo Rio grande en la vereda Bella Vista en el<br>municipio de Oiba-Santander. .... | 63          |
| Apéndice E. Imágenes del establecimiento del cultivo de tomate por invernadero. ....   | 64          |

## Resumen

**Título:** Determinación de trazas contaminantes de plomo y estaño del tomate fresco (*Solanum lycopersicum*), mediante técnicas espectrométricas de emisión atómica, producido en los municipios de Oiba y San Gil de las provincias de Guanentá y Comunera

**Autora:** Jenny Carolina Carreño Muñoz

**Palabras Claves:** Trazas Contaminantes, Agroquímico, Sistema Productivo, Metales Pesados.

La presente investigación se desarrolló con el propósito de determinar si el tomate (*Solanum lycopersicum*) producido en los municipios de Oiba y San Gil muestran en su estructura orgánica trazas químicas, ocasionadas por presencia de metales pesados como lo son el Estaño y el Plomo reflejados en la Norma Técnica Colombiana 1287 del 26 de noviembre del año 2008. El tomate (*Solanum lycopersicum*) es producido mediante tres sistemas productivos: invernadero, a campo abierto o tradicional y agricultura orgánica en los municipios de Oiba y San Gil, utilizando dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*) más tradicionales de la región como lo son de tipo Chonto o santa cruz y la variedad Rio Grande.

Este proyecto quiso demostrar la situación actual que presenta el tomate producido en estos municipios y que tan inocuo llega a estar esta hortaliza al momento que se cosecha para poder ser así transformada o llegar a consumirse directamente. Actualmente se está utilizando malas prácticas agrícolas durante el establecimiento del cultivo, acarreado que al consumirse este tomate (*Solanum lycopersicum*) puedan afectar la salud y bienestar del consumidor potencial.

Los resultados de las trazas químicas del tomate (*Solanum lycopersicum*) de metales pesados como el Estaño y el Plomo, se realizó en el laboratorio de alimentos de la Universidad Industrial de Santander sede Guatiguara-Piedecuesta mediante la técnica espectro métrica de emisión atómica procediendo a comparar los resultados y sacar sus conclusiones.

\* Trabajo de grado

\*\* Producción Agroindustrial. Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Director: Gloria Patricia Porras Rojas. Magíster en Gestión y Política Pública.

## Abstract

**Title** Determination of contaminant traces of lead and tin of fresh tomato (*Solanum lycopersicum*), through spectrometric techniques of atomic emission, produced in the municipalities of Oiba and San Gil of the provinces of Guantán and Comunera

**Author:** Jenny Carolina Carreño Muñoz.

**Keywords:** Pollutant Traces, Agrochemical, Productive System, Heavy Metals

This research was developed with the purpose of determining if the tomato (*Solanum lycopersicum*) produced in the municipalities of Oiba and San Gil shows chemical traces in its organic structure, caused by the presence of heavy metals such as Tin and Lead stated in Colombian Technical Standard 1287 on November 26th, 2008. Tomato (*Solanum lycopersicum*) is produced through three production systems: greenhouse, open field or traditional and organic agriculture in the municipalities of Oiba and San Gil, using the most traditional varieties of tomato (*Solanum lycopersicum*) in the region, such as Chonto or Santa Cruz type and the Rio Grande variety.

This project wanted to demonstrate the current situation of the tomato produced in these municipalities and how innocuous this vegetable could be at the time it is harvested in order to be transformed or consumed directly. Currently, wrong agricultural practices are being used during the crop production, and this tomato consumption (*Solanum lycopersicum*) can affect the health and welfare of the potential consumer.

The results of the tomato chemical traces (*Solanum lycopersicum*) of heavy metals such as Tin and Lead, were carried out in the food laboratory from the Industrial University of Santander headquarters Guatiguará-Piedecuesta by using the atomic emission metric spectrum technique, comparing the findings and drawing conclusions.

\* Degree work

\*\* Agroindustrial Production. Institute for Regional Projection and Distance Education. Director: Gloria Patricia Porras Rojas. Master in Management and Public Policy.

## **Introducción**

Este proyecto se basa en la realización de pruebas de análisis de laboratorio al tomate que se produce en tres sistemas productivos de los municipios de San Gil y Oiba.

Se aplicó el análisis mediante la técnica espectrométrica de emisión atómica si el tomate que se utiliza para consumo directo o de transformación presenta dentro de sus características trazas contaminantes debido a la presencia de metales pesados adquiridos durante el establecimiento del cultivo.

### **1. Problema de investigación**

#### **1.1 Planteamiento del problema.**

Actualmente en la producción y transformación de los diferentes alimentos se utilizan químicos que pueden afectar la integridad física y humana del consumidor. Un alimento sano es aquel que se caracteriza por ser inocuo y que sus características brinden a la persona que los consuman sus nutrientes necesarios para el desarrollo de las labores diarias.

(Meneses Moreno, 2017) afirma que: Si bien los plaguicidas agrícolas, eliminan la plaga "problema" de manera "inmediata", destruyen también otras poblaciones de insectos útiles, que actúan como controladores biológicos. Los efectos negativos de los plaguicidas como contaminación del medio ambiente y seres vivos, son más notorios en países en desarrollo que en

el mundo industrializado. De acuerdo con diversos estudios, se estima que, en las naciones en desarrollo, aunque se utiliza sólo 20% de todos los agroquímicos disponibles en el mundo, ocurre 99% de todas las muertes ocasionadas por su uso indiscriminado.

Con el fin de garantizar una seguridad alimentaria se hace necesario analizar nuestra materia prima a utilizar en la producción de pasta de tomate, para así analizar los agentes existentes que pueden llegar a contaminar nuestro producto final y posteriormente afectar la salud del consumidor final.

Entonces de lo anterior se deduce que ¿Será que el tomate que se produce en las veredas del municipio de San Gil y Oiba presentan trazas de contaminantes según su sistema de producción?

## **1.2 Delimitación del problema.**

El alcance de este proyecto consiste en analizar la materia prima que se utiliza en la producción de la pasta de tomate a través de técnicas espectrométricas de emisión atómica, con el fin de identificar los agentes existentes que pueden contaminar el producto final y posteriormente afectar la salud de los consumidores finales, (Universidad Central de Venezuela, 2008).

### ***1.2.1 Delimitación espacial.***

El proyecto se desarrolla a partir de una muestra de la producción de tomate que se cultiva en los tres principales sistemas productivos (a campo abierto, invernadero y agricultura orgánica) de los cuales detallaremos más adelante.

### ***1.2.2 Delimitación Cronológica.***

Este anteproyecto se realizará en el transcurso de 8 meses. Consta de realización del anteproyecto, formulación del problema y aplicación de pruebas técnicas.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Determinar las trazas contaminantes del tomate fresco, producido en los municipios de Oiba y San Gil de las provincias de Guantán y Comunera, mediante técnicas espectrométricas de emisión atómica.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las características de cada sistema productivo: invernadero, campo abierto y orgánico en los municipios de Oiba y San Gil de las provincias de Guantán y Comunera.
- Aplicar técnicas espectrométricas a muestras seleccionadas de tomate cultivadas bajo los tres sistemas productivos.
- Comprobar las trazas resultantes por cada sistema productivo.

### **3. Justificación**

Este proyecto de investigación se realizó con el propósito de conocer si el tomate que hemos utilizado en la elaboración de nuestros alimentos presentan trazas contaminantes como metales pesados que en el organismo pueden ocasionar graves daños e incluso la muerte si son en altas concentraciones, (AINIA, 2011)

La realización del proyecto se ejecutará con muestras de la ciudad de San Gil.

La materia prima destinada a transformación secundaria presenta trazas contaminantes debido a que durante el establecimiento del cultivo se emplean agroquímicos que pueden dejar residuos posteriores y que se pueden ver reflejados en los productos ya transformados.

Por lo cual, se tomarán muestras de las diferentes pastas de tomate clasificadas según el sistema productivo: invernadero, a campo abierto y agricultura orgánica donde se aplicarán técnicas espectrométricas de emisión atómica, las cuales son consideradas aptas para identificar en los alimentos si existen presencia de metales pesados.

Un sistema productivo es el de campo abierto en el cual el pequeño productor establece el cultivo de tomate siguiendo técnicas artesanales. Este sistema de producción presenta muchas debilidades como factores climáticos, incidencia de plagas y enfermedades y mercado existente.

El sistema de producción mediante invernadero que se maneja en la región busca adecuar las condiciones agroclimáticas de la planta, aumentar el rendimiento por área de siembra, disminuir el riesgo de producción, mayor eficiencia de insumos, mayor control fitosanitario y mantener la producción por mayor tiempo posible.

El otro sistema de producción es agricultura orgánica, actualmente la tendencia esta inclinada hacia el consumo de alimentos que no presenten químicos o que se haya manejado de manera natural para así evitar el consumo de productos que puedan contener químicos y que estos puedan afectar a corto, mediano o largo plazo la salud de los consumidores.

#### **4. Marco de Referencia**

Es un derecho que las personas tenga acceso a alimentos en perfectas condiciones tanto en sus características organolépticas como nutricionales en pro de la seguridad alimentaria.

##### **4.1 Estado del Arte**

(Campuzano, Mejía Flórez, Madero Ibarra, & Pabón Sánchez, 2015), se realizó un estudio en la ciudad de Bogotá por parte de la universidad Colegio Mayor de Cundinamarca a los alimentos que se vendía mediante venta ambulante y se encontró mediante pruebas de laboratorio que se hizo en el colegio mayor de Cundinamarca. Se realizaron recuentos de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, esporas de *Clostridium sulfito reductor*, determinación de coliformes totales y fecales e investigación de *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*.

(Osorio Gutiérrez , y otros, 2016), realizaron una corta investigación acerca de las sustancias de tipo agroquímico que puedan albergarse en la superficie de diferentes frutas y hortalizas, en

caso específico *Vitis vinifera* (uva chilena), *Solanum lycopersicum* (tomate tipo chonto) y *Solanum tuberosum* (papa negra) por medio de cromatografía de gases. Adicionalmente se llevó a cabo un estudio topográfico de la superficie de estas por medio de un microscopio de fuerza atómica que permita identificar posibles sitios donde puedan albergarse este tipo de residuos. Con este estudio solo se obtuvo la identificación de los analitos ya que no se realizó cuantificación de los mismos.

En Quindío durante el año 2017 se realizó un estudio y se determinó la residualidad de plaguicidas organofosforados (OF) y organoclorados (OC) en los frutos de dos solanáceas comúnmente consumidas en la dieta alimentaria de la población del estado de Quindío (Colombia): tomates (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en cultivos regionales y uchuva (*Physalis peruviana* L.) obtenidas en redes de supermercados. A fin de evaluar la calidad con la que se comercializan, se midieron parámetros físico-químicos, como el pH y la concentración de sólidos solubles (° Bx).

El análisis de los plaguicidas en la piel y en la pulpa de ambos frutos se realizó por medio de cromatografía de gases con detección por microcaptura de electrones (GC- $\mu$ -ECD), empleando técnicas de extracción en fase sólida como pretratamiento de muestra. Como resultado del análisis cromatográfico, se constató la presencia de un total de diez plaguicidas OF y OC tanto en la piel como en la pulpa de ambos frutos, algunos de ellos en concentraciones mayores a 0,13 ppm en tomate y 0,39 ppm en uchuva. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren una alta residualidad de este tipo de fitosanitarios y evidencian el uso desmedido de esas sustancias en el cultivo de frutos de consumo masivo como el tomate y la uchuva. Esto revela el uso de malas prácticas agrícolas y la falta de un control más riguroso sobre el empleo de esos agroquímicos.

Los resultados obtenidos en este estudio sugieren una alta residualidad de este tipo de fitosanitarios y evidencian el uso desmedido de esas sustancias en el cultivo de frutos de consumo

masivo como el tomate y la uchuva. Esto revela el uso de malas prácticas agrícolas y la falta de un control más riguroso sobre el empleo de esos agroquímicos. (Ávila Orozco, León Gallón, Pinzón Fandiño, Londoño Orozco, & Gutierrez Cifuentes, 2017),

Generalmente se encuentra estudio sobre análisis de trazas contaminantes en las superficies de las frutas y verduras, pero no se encontró un estudio como tal de agentes contaminantes en producto ya procesado.

Para el análisis de las trazas se utilizará las técnicas espectrométricas por emisión atómica. Este análisis determinara elementos como plomo y estaño, estos elementos deben presentar un mínimo en el contenido de la pasta para que pueda ser adquirido y comercializado.

## **4.2 Marco Teórico**

La espectrometría de emisión es una técnica espectroscópica que analiza las longitudes de onda de los fotones emitidos por los átomos o moléculas durante su transición desde un estado excitado a un estado de inferior energía. Cada elemento emite un conjunto característico de longitudes de onda discretas en función de su estructura electrónica. Mediante la observación de estas longitudes de onda puede determinarse la composición elemental de la muestra, (Espectrometria.com).

**Agroquímico:** Estos productos también conocidos como fitosanitarios ó plaguicidas son insumos que previenen, repelen o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal durante la producción, almacenamiento, transporte y distribución de productos agrícolas, (CropLife Latin América, s.f.).

**Alimento alterado:** Alimento que sufre modificación o degradación, parcial o total, de los constituyentes que le son propios, por agentes físicos, químicos o biológicos, (Velandia Moreno, Alimento alterado, 2010).

**Alimento contaminado:** Alimento que contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente, (Velandia Moreno, Alimento contaminado, 2010)

**Buenas prácticas de manufactura (BPM):** Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción, (Velandia Moreno, Buenas prácticas de manufactura, 2010).

**Desinfección - descontaminación:** Es el tratamiento físico-químico o biológico aplicado a las superficies limpias en contacto con el alimento con el fin de destruir las células vegetativas de los microorganismos que pueden ocasionar riesgos para la salud pública y reducir substancialmente el número de otros microorganismos indeseables, sin que dicho tratamiento afecte adversamente la calidad e inocuidad del alimento, (Velandia Moreno, Desinfección- descontaminación, 2010)

**Equipo:** Es el conjunto de maquinaria, utensilios, recipientes, tuberías, vajillas y demás accesorios que se empleen en la fabricación, procesamiento, preparación, envase, fraccionamiento, almacenamiento, distribución, transporte, y expendio de alimentos y sus materias primas, (Velandia Moreno, Equipo, 2010).

**Plaguicida organofosforado:** Se trata de compuestos, en general, marcadamente apolares, lo que significa que desde el punto de vista químico la mayoría son escasamente solubles en agua, aunque con grandes diferencias de un compuesto a otro, y desde le punto de vista biológico tienden

a disolverse en grasas. Por tal motivo, la piel, donde se encuentra una importante capa de tejido con elevado contenido en lípidos, puede constituirse en una importante vía de entrada.

La estabilidad de los organofosforados depende del pH del medio; a pH fuertemente alcalino se descomponen, lo que puede ser utilizado para destruirlos, (Obiols Quinto, 1999).

**Plaguicida organoclorado:** Los organoclorados conforman un grupo de pesticidas artificiales desarrollados principalmente para controlar las poblaciones de insectos plaga. Su origen se remonta a la fabricación del DDT (diclorodifeniltricloroetano) en 1943. De ahí en adelante y por muchas décadas, dicho clorado fue un arma importante en la lucha química y una casi ineludible en el control del mosquito *Anopheles* transmisor de la malaria. Su acción, como casi todos los insecticidas, es a nivel del sistema nervioso, generando alteraciones de la transmisión del impulso nervioso.

Los organoclorados son, en esencia, hidrocarburos con alto contenido de átomos de cloro y fueron los insecticidas más criticados por los grupos ecologistas. El DDT fue casi un símbolo de veneno químico, debido a su difícil degradación y su gran acumulación en el tejido animal, característica ésta que comparte con los demás integrantes del grupo, (Tricárico, Fábian;).

**Sustancia peligrosa:** Es toda forma de material que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueda generar polvos, humos, gases, vapores, radiaciones o causar explosión, corrosión, incendio, irritación, toxicidad, u otra afección que constituya riesgo para la salud de las personas o causar daños materiales o deterioro del ambiente, (Velandia Moreno, Sustancia peligrosa, 2010)

**Técnicas espectrométricas de emisión atómica:** La espectroscopia de emisión atómica (conocida por sus siglas AES, a partir del inglés, Atomic emission spectroscopy) es un método de análisis químico que utiliza la intensidad de la luz emitida por una llama, un plasma, un arco o

chispa eléctricos en una longitud de onda particular para determinar la cantidad de un elemento en una muestra. La longitud de onda de la línea espectral atómica da la identidad del elemento, mientras que la intensidad de la luz emitida es proporcional a la cantidad de átomos del elemento, (Universidad Nacional de Trujillo, 2016).

**Toxina:** Veneno producido normalmente por una planta o un microorganismo, (Velandia Moreno, Toxina , 2010).

**Trazas:** Un elemento traza u oligoelemento es un elemento químico que se necesita en cantidades pequeñas para asegurar un crecimiento y un desarrollo adecuados. Su ausencia o concentración por encima del nivel tolerable puede ser perjudicial para el organismo, llegando a ser incluso tóxicos si se toman en cantidades excesivas, (Jiménez Solórzano, Ugalde Álvarez, & Luna Sánchez, 2018).

### 4.3 Marco Geográfico

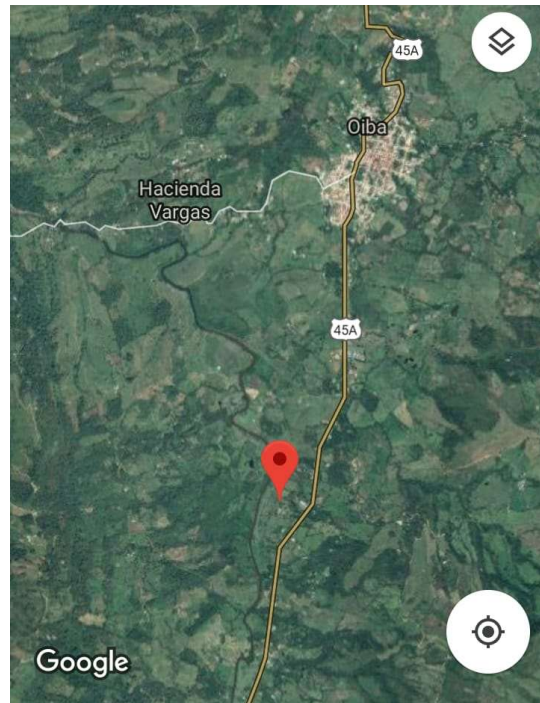
Este estudio se llevará a cabo comparando el tomate producido en el municipio de San Gil y de Oiba del departamento de Santander.

#### 4.3.1 Invernadero: Municipio de Oiba

Coordenadas: 6.240-73.307

#### Figura 1.

*Ubicación sistema productivo por invernadero*



Nota. Tomado de: Aplicación google mapas

**Figura 2.**

*Coordenadas del sistema productivo por invernadero*

UBICACIÓN



Santander  
6,240, -73,306

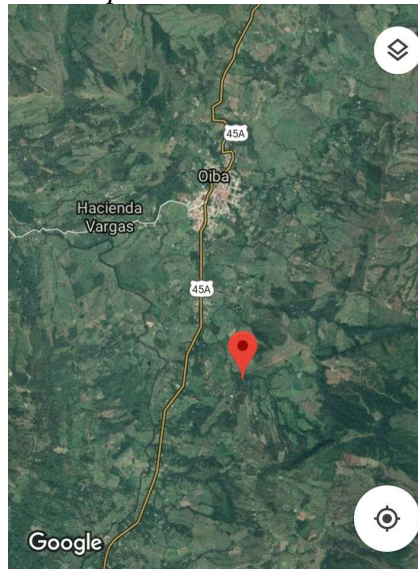
Nota. Tomado de: Aplicación google mapas

**4.3.2 A campo abierto: Municipio de Oiba**

Coordenadas: 6.241,-73.296

**Figura 3.**

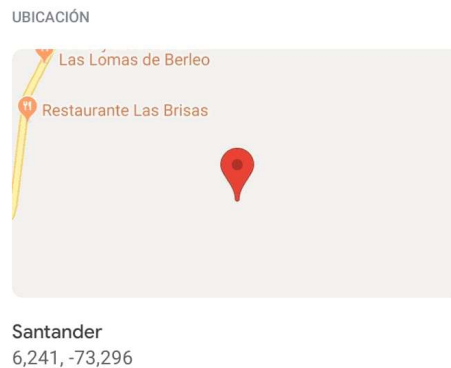
*Ubicación del sistema productivo a campo abierto*



Nota. Tomado de: Aplicación google mapas

**Figura 4.**

*Coordenadas del sistema productivo a campo abierto*



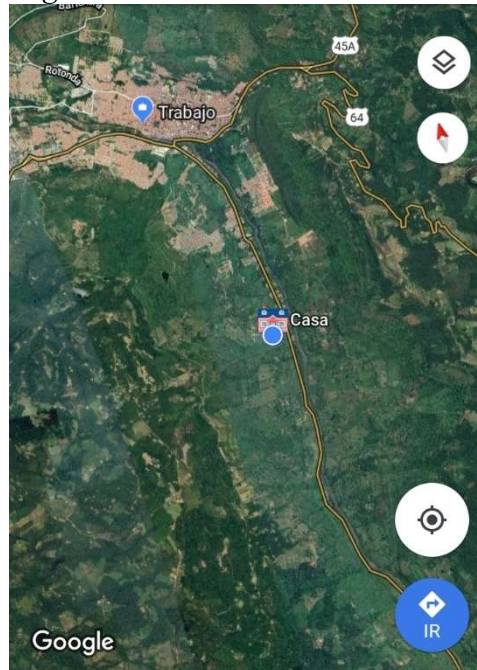
Nota. Tomado de: Aplicación google mapas

**4.3.3 Cultivo Orgánico: Municipio de San Gil**

Coordenadas: 6.527086,-73.127046

**Figura 5.**

*Ubicación sistema productivo orgánico*



Nota. Tomado de: Aplicación google mapas.

**4.4 Marco Legal**

La pasta de tomate relaciona los siguiente artículos y resoluciones.

**4.4.1 Resolución 719 de 2015.** (Marzo 11) Diario Oficial No. 49.452 de 13 de marzo de 2015 Ministerio de salud y protección social. Por la cual se establece la clasificación de alimentos para consumo humano de acuerdo con el riesgo en salud. (Ministerio de salud y protección social, 2015)

**4.4.2 Artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012.** Establece que los alimentos que se fabriquen, envasen o importen para su comercialización en el territorio nacional, requerirán de notificación sanitaria, permiso sanitario o registro sanitario, según el riesgo de estos productos en salud pública, de conformidad con la reglamentación que expida el Ministerio de Salud y Protección Social. (Departamento administrativo de la función pública, 2012)

**4.4.3 Decreto 1575 de 2007 (mayo 9).** Por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. (Ministerio de protección social, 2007)

**4.4.4 Norma Técnica Colombiana 1287 (26-11-2008) Aplica.** (Norma Técnica Colombiana, 2008) Esta norma establece los requisitos y los ensayos que debe cumplir el concentrado de tomate.

Pasta de tomate: producto obtenido por concentración del jugo o de la pulpa de tomates rojos, frescos, sanos, limpios y maduros de la variedad del *lycopersicum esculentum* p. mil.

El concentrado de tomate debe cumplir con los siguientes requisitos físico químicos.

Tabla 1 .  
*Requisitos físico químicos para los concentrados de tomate*

| Requisito   | Límite mínimo | Límite máximo |
|---|---------------|---------------|
| Sólidos solubles por lectura refractométrica a 20 °C: |               |               |
| Pasta de tomate                                       | 18            | ---           |
| Puré de tomate  | 7             | <18           |
| pH a 20 °C  | ---           | 4,6           |
| Consistencia <i>Bostwich</i> , cm/30 s a 20 °C        |               |               |
| Pasta de tomate                                       | ---           | 11            |
| Puré de tomate  | ---           | 12            |

Nota. Tomado de: Scribd (s.f.) NTC-1287 Concentrado de tomate Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/58310037/NTC-1287-Concentrado-de-Tomate>

El concentrado de tomate debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos indicados en la siguiente tabla

Tabla 2  
*Requisitos microbiológicos para el concentrado de tomate*

| Requisito  | N | m    | M   | c |
|--|---|------|-----|---|
| Recuento de bacterias aerobias mesofilas, UFC/g                  | 5 | 100  | 300 | 2 |
| Recuento de Esporas <i>Clostridium</i> sulfito reductoras, UFC/g | 5 | < 10 | --  | 0 |
| Recuento de mohos y de levaduras, UFC/g                          | 5 | 20   | 50  | 0 |
| Recuento de coliformes en placa, UFC/g                           | 5 | <10  | 10  | 2 |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> , UFC/g                      | 5 | <10  | --  | 0 |
| Detección de <i>Salmonella spp.</i> /25 g                        | 5 | 0    | --  | 0 |

Nota. Tomado de: Scribd (s.f.) NTC-1287 Concentrado de tomate Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/58310037/NTC-1287-Concentrado-de-Tomate>

Los límites máximos de metales pesados permitidos en los concentrados de tomates son:

Tabla 3.  
*Requisitos de metales pesados para los concentrados de tomate*

| Requisito      | Límite máximo, mg/kg |
|----------------|----------------------|
| Plomo como Pb  | 1.5                  |
| Estaño como Sn | 250                  |

Nota. Tomado de: Scribd (s.f.) NTC-1287 Concentrado de tomate Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/58310037/NTC-1287-Concentrado-de-Tomate>

## 5. Diseño Metodológico

### 5.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de carácter descriptivo, puesto que se realizarán pruebas comparativas entre el tomate producido de manera orgánica y el tomate producido de manera tradicional y por el sistema de invernadero. Todo esto con el fin de encontrar diferencias y obtener un resultado final. Contiene no menos del 18 % sólidos solubles en fracción de masa de tomate.

### 5.2 Formulación de la hipótesis

Se buscará dar respuesta a la pregunta si el tomate producido en los municipios de San Gil- Oiba y que será utilizado en la producción de la pasta de tomate tendrá trazas contaminantes en su composición interna y que este pueda producir algún efecto negativo en la seguridad alimentaria de las personas que consuman dicho producto y sus derivados.

### 5.3 Definición de variables

**5.3.1 Variable independiente.** Malas prácticas agrícolas, falta de tecnificación y desconocimiento de alternativas no químicas para el establecimiento del cultivo en el control de plagas y enfermedades.

**5.3.2 Variable dependiente.** Presencia de trazas contaminantes como lo es el Plomo y el Estaño en el tomate a utilizar en la elaboración de la pasta.

#### **5.4 Población objetivo**

Se utilizará para realizar las muestras de trazas contaminantes el tomate producido en dos municipios como los son San Gil y Oiba.

Se dedujo que se tomaría las muestras de tomate producido en tres diferentes sistemas productivos como son de manera a campo abierto o tradicional, por invernadero y agricultura orgánica.

#### **5.5 Sistemas de recolección de información**

Se obtiene el tomate producido en los tres sistemas de producción, se procede a producir una pasta de manera artesanal con el tomate escogido y se envía al laboratorio de alimentos (CICTA) de la universidad Industrial de Santander Sede Guatiguara- Piedecuesta, para realizar el debido proceso de identificación de las trazas con los metales pesados (Plomo y Estaño).

Se escogió la variedad de tomate tipo Chonto y Rio grande debido a las características organolépticas de esta variedad. Posee gran cantidad de pulpa (mesocarpio y endocarpio carnosos) lo que favorece a la producción de concentrado de tomate.

5.5.1 Sistema de invernadero:

Tabla 4.

*Fenología del tomate variedad Rio Grande- DRD larga vida*

| Etapa                                   | Actividad   |
|---|---|
| Siembra de plántulas                    | La densidad de siembra aproximadamente es de 40 * 120cm<br>8 días después de siembra se vacuna edáficamente   |
| Tutorado                                | Aproximadamente a los 15-20 días se hace el tutorado.<br>Se fumiga para la plaga y enfermedades generalmente cada 12- 15 días.  |
| Fertilización mediante sistema de riego | Cada 8 días se suministra nutrición a las plantas.<br><br>La planta comienza floración a los 25-30 días.<br>Se controla pasador, minador, cogollero, caracha.<br>La floración está en su punto a los 90 días. |
| Cosecha                                 | Su cosecha tiene un tiempo de duración de 140-150 días.   |

Tabla 5.

*Fenología del tomate variedad Chonto- Roble larga vida*

| Etapa                                   | Actividad   |
|---|---|
| Siembra de plántulas                    | La densidad de siembra aproximadamente es de 40 * 120cm<br>8 días después de siembra se vacuna edáficamente   |
| Tutorado                                | Aproximadamente a los 15-20 días se hace el tutorado.<br>Se fumiga para la plaga y enfermedades generalmente cada 12-15 días.   |
| Fertilización mediante sistema de riego | Cada 8 días se suministra nutrición a las plantas.<br><br>La planta comienza floración a los 25-30 días.<br>Se controla pasador, minador, cogollero, caracha.<br>La floración está en su punto a los 90 días. |
| Cosecha                                 | Su cosecha tiene un tiempo de duración de 140-150 días.   |

En la labor agrícola de control de plagas y enfermedades del tomate variedad Chonto y Rio grande de invernadero se hizo la respectiva fumigación:

Tabla 6.  
*Control de plagas y enfermedades del tomate por el sistema invernadero*

| <b>Etapa del cultivo</b>  | <b>Tratamiento</b>  | <b>Dosis a utilizar en 20 litros de agua</b>                | <b>Plaga y/o enfermedad a controlar</b>  | <b>Tiempo de aplicación</b>   |
|---------------------------|---|---|--|---|
| Siembra y establecimiento | Carbendazim 500g/L<br>+ Imidacloprid 350g/L<br>+ kasugamicina clorhidrato 20g/L | 30cc+25cc+40cc + 50cc en la base a cada planta de la mezcla | Se realizó vacuna en la base radicular de la planta  | Al sembrar la plántula en el sitio del cultivo.                                   |
| Crecimiento               | Clorotalonil 720g/L + Cipermetrina 200g/L                                       | 25cc + 25 cc se aplica en las hojas de las plantas.         | Se previene la gota (phytophthora infestans) y trozadores-chupadores como mosca blanca (Bemisia tabaco), polillas (Tuta absoluta). | Se realiza fumigación cada 15 días.   |
| Floración                 | (Lambdacihalotrina 106g/L + Tiamethoxam 141g/L) + Difeconazole 250g/L           | 25cc+ 15cc se aplican en las hojas y la flor.               | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador del fruto (Neoleucinodes   | Se realiza control cada 15 días desde la aparición de la primera flor del tomate. |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Plaga y/o enfermedad a controlar  | Tiempo de aplicación   |
|-------------------|---|---------------------------------------|---|--|
|                   |   |                                       | elegantalis) y enfermedades como alternaria (Alternaria solani) y antracnosis (Colletotrichum sp).  |  |
| Producción        | Bifentrina 100g/L+ (Cimoxanil 80g/Kg + Mancozeb640g/Kg) | 25cc+ 40gr                            | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis) y enfermedades como Botritys (Botrytis cinérea) y gota (phytophthora infestans) | Se realiza la fumigación cada 15 días hasta faltar 21 días para cosechar el fruto. |

Se realiza la fertilización de la plantación del tomate variedad Rio grande y Chonto en invernadero de la siguiente manera:

Tabla 7.  
Plan de fertilización por sistema invernadero

| Etapa del cultivo               | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                           | Tiempo de aplicación                                  |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Crecimiento                     | Hidrosoluble inicio:                                |                                       |                                     |   |
|                                 | Nitrógeno Total (N)                                 |                                       |                                     |   |
|                                 | 12,0%   |                                       |                                     |   |
|                                 | Nitrógeno Amoniacal (N)                             |                                       |                                     |   |
|                                 | 11,0  |                                       |                                     |   |
|                                 | Nitrógeno Nítrico (N)                               |                                       |                                     |   |
|                                 | 1,0%  |                                       |                                     |   |
|                                 | Fósforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) |                                       |                                     |   |
|                                 | 30,0%   |                                       |                                     |   |
|                                 | Potasio Soluble en Agua (K <sub>2</sub> O)          |                                       |                                     |   |
|                                 | 10,0%   |                                       |                                     |   |
|                                 | Magnesio (MgO) 0,4%                                 | 200 gramos                            | Fortalecer y establecer las plantas | Después de 15 días de nacer- cada 12 días             |
|                                 | Azufre Total (S) 8,0%                               |                                       |                                     |   |
|                                 | Boro (B) 0,05%                                      |                                       |                                     |   |
| Cobre (Cu) 0,08%                |   |                                       |                                     |   |
| Hierro (Fe) 0,05%               |   |                                       |                                     |   |
| Manganeso (Mn) 0,08%            |   |                                       |                                     |   |
| Molibdeno (Mo) 0,01%            |   |                                       |                                     |   |
| Zinc (Zn) 0,03%                 |   |                                       |                                     |   |
| pH en solución al 10%           |   |                                       |                                     |   |
| 3,97                            |   |                                       |                                     |   |
| Conductividad eléctrica a 20 oC |   |                                       |                                     |   |
| 949 Us/cm                       |   |                                       |                                     |   |
| Prefloración                    | Hidrosoluble desarrollo                             | 200 gramos                            | Garantizar la flor                  | Se fumiga cada 12 días.                               |
| Floración                       | Hidrosoluble con micro elementos:                   | 200 gramos                            | Mantener la flor y cuaje de fruto   | Se fumiga desde la aparición de la primera flor hasta |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                          | Tiempo de aplicación               |
|-------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                   | Fósforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 3,0%    |                                       |                                    | el final del cultivo cada 12 días. |
|                   | Magnesio (MgO) 13,2%  |                                       |                                    |                                    |
|                   | Azufre total (S) 11,0%                                      |                                       |                                    |                                    |
|                   | Boro (B) 0,06%  |                                       |                                    |                                    |
|                   | Cobalto (Co) 0,02%  |                                       |                                    |                                    |
|                   | Cobre (Cu) 0,04%  |                                       |                                    |                                    |
|                   | Hierro (Fe) 1.00%   |                                       |                                    |                                    |
|                   | Manganeso (Mn) 0,5%   |                                       |                                    |                                    |
|                   | Molibdeno(Mo) 0,02%   |                                       |                                    |                                    |
|                   | Zinc (Zn) 0,04%   |                                       |                                    |                                    |
|                   | pH en solución al 10% 3,5                                   |                                       |                                    |                                    |
|                   | Conductividad eléctrica a 20 oC 25 dS/m                     |                                       |                                    |                                    |
|                   | Hidrosoluble producción:                                    |                                       |                                    |                                    |
|                   | Nitrógeno Total (N) 13%                                     |                                       |                                    |                                    |
| Producción        | Nitrógeno Amoniacal (N) 1,3%<br>Nitrógeno Nítrico (N) 11,7% | 300 gramos                            | Cuaje de fruto y llenado de fruto. |                                    |
|                   | Fósforo Asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 6%      |                                       |                                    |                                    |
|                   | Potasio Soluble en Agua (K <sub>2</sub> O) 40%              |                                       |                                    |                                    |
|                   | Azufre Total (S) 0.05%                                      |                                       |                                    |                                    |
|                   | Boro (B) 0.02%  |                                       |                                    |                                    |

| Etapa del cultivo | Tratamiento                              | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito | Tiempo de aplicación |
|-------------------|--|---------------------------------------|-----------|----------------------|
|                   | Cobre (Cu) 0.03%                         |                                       |           |                      |
|                   | Hierro (Fe) 0.04%                        |                                       |           |                      |
|                   | Manganeso (Mn) 0.03%                     |                                       |           |                      |
|                   | Molibdeno (Mo) 0.05%                     |                                       |           |                      |
|                   | Zinc (Zn) 0.02%                          |                                       |           |                      |
|                   | pH en solución al 10%                    |                                       |           |                      |
|                   | 3,0                                      |                                       |           |                      |
|                   | Conductividad eléctrica a 20oC 71,4 dS/m |                                       |           |                      |

**5.5.2 Sistema a campo abierto:**

Tabla 8.  
*Fenología del tomate variedad Rio Grande- DRD*

| Etapa                 | Actividad  |
|-----------------------|--|
| Siembra de plántulas  | La densidad de siembra 30cm * 1 mt<br>5 días después de siembra se vacuna edáficamente   |
| Tutorado              | Aproximadamente a los 15-20 días se hace el tutorado.<br>Se fumiga para la plaga y enfermedades generalmente cada 3- 4 días.                     |
| Fertilización Edáfica | Se fertiliza y se aplica foliares generalmente cada 15 días.<br>Se controla pasador, minador, cogollero, caracha, tizón tardío y tizón temprano. |
|                       | La planta comienza floración entre los 25 y 30 días<br>La floración está en su punto a los 90 días.  |
| Cosecha               | Su producción dura aproximadamente 120 días.   |

Tabla 9.

*Fenología del tomate variedad Chonto- GEM*

| <b>Etapa</b>          | <b>Actividad</b>   |
|-----------------------|--|
| Siembra de plántulas  | La densidad de siembra 30cm * 1 mt<br>5 días después de siembra se vacuna edáficamente   |
| Tutorado              | Aproximadamente a los 15-20 días se hace el tutorado.<br>Se fumiga para la plaga y enfermedades generalmente cada 3- 4 días.                     |
| Fertilización edáfica | Se fertiliza y se aplica foliares generalmente cada 15 días.<br>Se controla pasador, minador, cogollero, caracha, tizón tardío y tizón temprano. |
|                       | La planta comienza floración entre los 25 y 30 días<br>La floración está en su punto a los 90 días.  |
| Cosecha               | Su producción dura aproximadamente 120 días.   |

En la labor agrícola de control de plagas y enfermedades del tomate producido mediante el sistema de campo abierto tenemos:

Tabla 10.

*Control de plagas y enfermedades por el sistema a campo abierto*

| <b>Etapa del cultivo</b>  | <b>Tratamiento</b>  | <b>Dosis a utilizar en 20 litros de agua</b>                | <b>Plaga y/o enfermedad a controlar</b>  | <b>Tiempo de aplicación</b>                     |
|---------------------------|---|---|--|---|
| Siembra y establecimiento | Carbendazim 500g/L<br>Imidacloprid 350g/L<br>kasugamicina clorhidrato 20g/L                             | 30cc+25cc+40cc + 50cc en la base a cada planta de la mezcla | Se realizó vacuna en la base radicular de la planta  | Al sembrar la plántula en el sitio del cultivo. |
| Crecimiento               | Clorotalonil 720g/L + Cipermetrina 200g/L   | 25cc + 25 cc se aplica en las hojas de las plantas.         | Se previene la gota (phytophthora infestans) y trozadores-chupadores como mosca blanca (Bemisia tabaco), polillas (Tuta absoluta).                             | Se realiza fumigación cada 3-4 días.            |
| Crecimiento               | Fumigación de rotación de ingredientes activos<br>Propineb 700g/Kg + Abamectina 18g/L + fipronil 200g/L | 40gramos + 20 cc + 20 cc                                    | Se previene la gota (phytophthora infestans) y trozadores-chupadores como mosca blanca (Bemisia tabaco), polillas (Tuta absoluta).<br>Araña (Tetranychus spp). | Se aplica en rotación cada 3-4 días.            |

| Etapa del cultivo | Tratamiento  | Dosis a utilizar en 20 litros de agua         | Plaga y/o enfermedad a controlar  | Tiempo de aplicación   |
|-------------------|--|---|---|--|
| Floración         | (Lambdacihalotrina 106g/L<br>+<br>Tiamethoxam 141g/L)<br>+<br>Difeconazole 250g/L  | 25cc+ 15cc se aplican en las hojas y la flor. | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis) y enfermedades como alternaría (Alternaria solani) y antracnosis (Colletotrichum sp). | Se realiza control cada 3-4 días desde la aparición de la primera flor del tomate. |
| Floración         | Fumigación de rotación de ingredientes activos (Imidacloprid 200g/L<br>+<br>Cipermetrina 200g/L)<br>+<br>pyrimethanyl 250g/L+<br>Clorotalonil 720g/L | de 20cc+25cc+25cc                             | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis) y enfermedades como alternaría (Alternaria solani) y Botrytis (Botrytis               | Se realiza rotación cada 3-4 días.   |
| Producción        | Bifentrina 100g/L+<br>(Cimoxanil 80g/Kg<br>+<br>Mancozeb640g/Kg)   | 25cc+ 40gr                                    | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador   | Se realiza la fumigación cada 3-4  |

| Etapa del cultivo | Tratamiento  | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Plaga y/o enfermedad a controlar   | Tiempo de aplicación                             |
|-------------------|--|---------------------------------------|--|--|
|                   |  |                                       | del fruto (Neoleucinodes elegantalis) y enfermedades como Botritys (Botrytis cinérea) y gota (phytophthora infestans)  | días hasta faltar 8 días para cosechar el fruto. |
| Producción        | Fumigación de rotación de ingredientes activos (Azoxystrobin 125g/L+ Flutriafol 125g/L)+ Cipermetrina 200g/L | de 12.5cc + 25 cc                     | Se controla plaga como caracha (Prodiplosis longifila), pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis) y enfermedades como (Alternaria solani) y Botritys (Botrytis | Se hace rotación cada 3-4 días                   |

Se realizó la fertilización correspondiente al cultivo.

Tabla 11.  
Fertilización del tomate producido a campo abierto.

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                             | Tiempo de aplicación            |
|-------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Crecimiento       | Rafos<br>N 12%<br>N nítrico 3.2%<br>N amoniacal 8.88%<br>P 2O524%<br>K 2O12%<br>Mg O2%<br>S 1%<br>B 0.04%<br>Zn 0.02%   | 800gramos +<br>200 gramos             | Establecer el cultivo y desarrollarlo | Se aplica cada 15 días al suelo |
|                   | + Agrimins<br>Nitrógeno<br>Amoniacal (N) 1.0%<br>Nitrógeno Uréico<br>(N) 7.0%<br>Fósforo Asimilable<br>(P O ) 5.0% 2 5<br>Calcio (CaO) 18.0%<br>Magnesio (MgO)<br>6.0%<br>Azufre Total (S)<br>1.6% E<br>Boro (B) 1.0% |                                       |                                       |                                 |

| Etapa del cultivo | Tratamiento  | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                             | Tiempo de aplicación      |
|-------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
|                   | Zinc (Zn) 2.5%<br>Cobre (Cu) 0.14%<br>Molibdeno (Mo) 0.005%  |                                       |                                       |                           |
| Crecimiento       | Aminoácidos<br>Nitrógeno total<br>g/l N Min 38.5<br>Nitrógeno orgánico<br>g/l N Min 38.5 NTC 370<br>Potasio g/l de K <sub>2</sub> O<br>Min 38.3 NTC 5167<br>Aminoácidos libres<br>g/l AA Min 99.9<br>HPLC<br>Carbono orgánico oxidable g/l COO<br>Min 81.2 NTC 5167<br>pH <sub>20 °C</sub> 5.50-7.30<br>NTC 5167<br>Densidad 20 °C g/ml<br>1.05-1.25 CIPAC<br>MT 3<br>Conductividad<br>1:100 dS/cm<br>0.5-2.5 NTC 5167<br>+ Fertinvesa D | 30cc+ 30 cc                           | Establecer el cultivo y desarrollarlo | Se fumiga y cada 10 días. |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                   | Tiempo de aplicación                  |
|-------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
|                   | Fósforo similar g/l<br>P2O5 Min 192 NTC-<br>234<br>Potasio g/l de K2O<br>Min 114 NTC 5167<br>Cobre total g/l Cu<br>Min 7.25 NTC 1369<br>Silicio SiO2 Min<br>92.2 NTC 1369<br>pH 20 °C<br>2.1-4.0 NTC 5167<br>Densidad 20 °C g/ml<br>1.200-1.400 CIPAC<br>MT 3 |                                       |                             |                                       |
| Prefloración      | 15-15-15<br>N 15%<br>N nítrico 6.11%<br>N amoniacal<br>8.89%<br>P2O5 15%<br>K2O 15%<br>+ Nitrabor<br>N 15.45%<br>N nítrico 14.45%<br>N amoniacal<br>1.2%<br>CaO 25.5%<br>B 0.3%   | 800gramos +<br>200 gramos             | Garantizar la<br>floración. | Se aplica cada<br>15 días al<br>suelo |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito               | Tiempo de aplicación    |
|-------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Prefloración      | Fosfito de potasio<br>Fósforo<br>g/l P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Min 428<br>NTC-234<br>Potasio g/l de K <sub>2</sub> O<br>Min 205 NTC 5167<br>pH 20 °C 1-2,5 NTC 5167<br>Conductividad<br>1:100 dS/m<br>6,6-8,6 NTC 5167<br>Densidad 20 °C g/ml<br>1.300-1.450 CIPAC<br>MT 3<br>+ Aminoácidos<br>Nitrógeno total<br>g/l N Min 38.5<br>Nitrógeno orgánico<br>g/l N Min 38.5 NTC 370<br>Potasio g/l de K <sub>2</sub> O<br>Min 38.3 NTC 5167<br>Aminoácidos libres<br>g/l AA Min 99.9<br>HPLC<br>Carbono orgánico oxidable g/l COO<br>Min 81.2 NTC 5167 | 50 cc + 30 cc                         | Garantizar la floración | Se aplica cada 10 días. |

| Etapa del cultivo | Tratamiento                       | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito     | Tiempo de aplicación |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------|----------------------|
|                   | pH <sub>20 °C</sub> 5.50-7.30     |                                       |               |                      |
|                   | NTC 5167                          |                                       |               |                      |
|                   | Densidad 20 °C g/ml               |                                       |               |                      |
|                   | 1.05-1.25 CIPAC                   |                                       |               |                      |
|                   | MT 3                              |                                       |               |                      |
|                   | Conductividad                     |                                       |               |                      |
|                   | 1:100 dS/cm                       |                                       |               |                      |
|                   | 0.5-2.5 NTC 5167                  |                                       |               |                      |
| Floración         | 15-15-15                          | 800 gramos +                          | Cuaje de flor | Se aplica cada       |
|                   | N 15%                             | 300 gramos                            |               | 20 días al           |
|                   | N nítrico 6.11%                   |                                       |               | suelo                |
|                   | N amoniacal                       |                                       |               |                      |
|                   | 8.89%                             |                                       |               |                      |
|                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 15% |                                       |               |                      |
|                   | K <sub>2</sub> O 15%              |                                       |               |                      |
|                   | + Agrimins                        |                                       |               |                      |
|                   | Nitrógeno                         |                                       |               |                      |
|                   | Amoniacal (N) 1.0%                |                                       |               |                      |
|                   | Nitrógeno Uréico                  |                                       |               |                      |
|                   | (N) 7.0%                          |                                       |               |                      |
|                   | Fósforo Asimilable                |                                       |               |                      |
|                   | (P O ) 5.0% 2 5                   |                                       |               |                      |
|                   | Calcio (CaO) 18.0%                |                                       |               |                      |
|                   | Magnesio (MgO)                    |                                       |               |                      |
|                   | 6.0%                              |                                       |               |                      |
|                   | Azufre Total (S)                  |                                       |               |                      |
|                   | 1.6% E                            |                                       |               |                      |
|                   | Boro (B) 1.0%                     |                                       |               |                      |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito                         | Tiempo de aplicación             |
|-------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                   | Zinc (Zn) 2.5%<br>Cobre (Cu) 0.14%<br>Molibdeno (Mo) 0.005%   |                                       |                                   |                                  |
| Floración         | Ca foliar<br>Nitrógeno total g/l N<br>Min 102 NTC 370<br>Potasio g/l de K <sub>2</sub> O<br>Min 51.5 NTC 5167<br>Calcio g/l CaO<br>Min 150 NTC 1369<br>Boro g/l B<br>Min 19.1 NTC 1369<br>pH 20 °C 4.43-6.43<br>NTC 5167<br>Densidad 20 °C g/ml<br>1.42-1.50 CIPAC<br>MT 3<br>Conductividad<br>1:100 dS/m<br>10-12 NTC 5167<br>+ k foliar<br>K 410%<br>Mg 20.4%<br>S 150% | 50cc + 50 cc                          | Evitar caída de flor              | Se fumiga cada 10 días.          |
| Producción        | Abotek<br>N 15%<br>N nítrico 6.7%   | 100 gramos +<br>200 gramos            | Llenado de fruto y cuaje de fruto | Se aplica cada 12 días al suelo. |

| Etapa del cultivo | Tratamiento   | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito  | Tiempo de aplicación |
|-------------------|---|---------------------------------------|--|----------------------|
|                   | N amoniacal<br>8.3%<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 4%<br>K <sub>2</sub> O 23%<br>MgO 4%<br>S 2%<br>B 0.1%<br>Zn 0.1%<br>+ Agrimins<br>Nitrógeno<br>Amoniacal (N) 1.0%<br>Nitrógeno Uréico<br>(N) 7.0%<br>Fósforo Asimilable<br>(P O ) 5.0% 2 5<br>Calcio (CaO) 18.0%<br>Magnesio (MgO)<br>6.0%<br>Azufre Total (S)<br>1.6% E<br>Boro (B) 1.0%<br>Zinc (Zn) 2.5%<br>Cobre (Cu) 0.14%<br>Molibdeno (Mo)<br>0.005% |                                       |  |                      |
| Producción        | K foliar<br>K 410%<br>Mg 20.4%  | 50 cc                                 | Llenado de Se fumiga fruto y cuaje cada 10 días. de fruto. |                      |

| Etapa del cultivo | Tratamiento | Dosis a utilizar en 20 litros de agua | Propósito | Tiempo de aplicación |
|-------------------|-------------|---------------------------------------|-----------|----------------------|
|                   | S 150%      |                                       |           |                      |

**5.5.3 Sistema agricultura orgánica.** El cultivo se estableció en dos recipientes diferentes, cada una con semillas de tomate una con variedad Rio Grande y la otra con variedad Chonto Santa Cruz. Durante su desarrollo se monitorearon diariamente para tener un control de daño causado por presencia de plaga o enfermedad.

Tabla 12.  
*Fenología del tomate variedad Rio Grande*

| Etapa   | Actividad   | tiempo         |
|---------|---|----------------|
| Siembra | Se sembró varias semillas en una matera ordinaria utilizando sustrato y tierra convencional   | 12 agosto 2019 |
|         | Hubo nacimiento de las plantas  | 19 agosto 2019 |
|         | Se fumigo con microorganismos, Beauveria bassiana   | 21 agosto 2019 |
|         | ACTIVIDAD INGREDIENTE ACTIVO (25%)<br>Número CAS 63428-82-0<br>Concentración esporas/g 1x 10 <sup>9</sup><br>Regulación de insectos plagas. |                |
|         | Se fumigo con microorganismos Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Paecilomyces lilacinus,   | 27 agosto 2019 |

| Etapa           | Actividad   | tiempo             |
|-----------------|---|--------------------|
|                 | Trichoderma (especies harzianum y koningii) y Saccharomyces cerevisiae<br>Concentración esporas/g<br>ACTIVIDAD INGREDIENTE ACTIVO (25%) 1x 108 1x 108 1x 108 1x 107 1x 108<br>Regulación de patógenos, insectos dañinos, artrópodos y nematodos   |                    |
| Establecimiento | se improvisó un colgado   | 1 septiembre 2019  |
|                 | <b>Hubo aparición plaga en hoja (Liriomyza trifolii)</b>  | 10 septiembre 2019 |
|                 | Se fumigo con microorganismos Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Paecilomyces lilacinus, Trichoderma (especies harzianum y koningii) y Saccharomyces cerevisiae<br>Concentración esporas/g<br>ACTIVIDAD INGREDIENTE ACTIVO (25%) 1x 108 1x 108 1x 108 1x 107 1x 108<br>Regulación de patógenos, insectos dañinos, artrópodos y nematodos . | 13 septiembre 2019 |
| Tutorado        | Se hace un colgado del tomate.  | 20 septiembre 2019 |
|                 | Se abonó con material orgánico  | 20 septiembre 2019 |

| Etapa | Actividad  | tiempo             |
|-------|--|--------------------|
|       | Hubo aparición de plaga en las hojas ( Tuta absoluta). | 24 septiembre 2019 |

Tabla 13.  
*Fenología del tomate variedad Chonto*

| Etapa   | Actividad  | tiempo         |
|---------|--|----------------|
| Siembra | Se sembró varias semillas en una matera ordinaria utilizando sustrato y tierra convencional  | 12 agosto 2019 |
|         | Hubo nacimiento de las plantas   | 20 agosto 2019 |
|         | Se fumigo con microorganismos Beauveria bassiana<br>ACTIVIDAD<br>INGREDIENTE<br>ACTIVO (25%)<br>Número CAS 63428-82-0<br>Concentración esporas/g<br>1x 10 <sup>9</sup><br>Regulación de insectos plagas. | 21 agosto 2019 |
|         | Se fumigo con microorganismos Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Paecilomyces lilacinus, Trichoderma (especies harzianum y koningii) y  | 27 agosto 2019 |

| Etapa           | Actividad   | tiempo             |
|-----------------|---|--------------------|
|                 | <p>Saccharomyces cerevisiae</p> <p>Concentración esporas/g</p> <p>ACTIVIDAD</p> <p>INGREDIENTE</p> <p>ACTIVO (25%) 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>7</sup> 1x 10<sup>8</sup></p> <p>Regulación de patógenos, insectos dañinos, artrópodos y nematodos</p>   |                    |
| Establecimiento | se improvisó un colgado   | 1 septiembre 2019  |
|                 | Se presentaron dos hojas afectadas por plaga (Liriomyza trifolii).  | 13 septiembre 2019 |
|                 | <p>Se fumigo con microorganismos</p> <p>Beauveria bassiana,</p> <p>Metarhizium anisopliae,</p> <p>Paecilomyces lilacinus,</p> <p>Trichoderma (especies harzianum y koningii) y Saccharomyces cerevisiae</p> <p>Concentración esporas/g</p> <p>ACTIVIDAD</p> <p>INGREDIENTE</p> <p>ACTIVO (25%) 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>8</sup> 1x 10<sup>7</sup> 1x 10<sup>8</sup></p> <p>Regulación de patógenos, insectos dañinos, artrópodos y nematodos .</p> | 13 septiembre 2019 |

| Etapa    | Actividad  | tiempo             |
|----------|--|--------------------|
| tutorado | Se hace un colgado del tomate.                     | 20 septiembre 2019 |
|          | Se abonó con material orgánico 20gramos por planta | 20 septiembre 2019 |

Tabla 14.  
 Ficha técnica abono orgánico utilizado en el sistema orgánico

| Abono Orgánico Mineral  |             |  | Registro ICA No. 5852 |
|-------------------------|-------------|--|-----------------------|
| COMPOSICIÓN GARANTIZADA |             |  |                       |
| Nitrógeno Total ( N)    | 2.5%        | PH   | 7.9%                  |
| Fósforo Total (p2o5)    | 2.86%       | Relación Carbono / Nitrógeno                             | 11%                   |
| De lenta asimilación    | 2.00%       | Cenizas  | 47.9%                 |
| Potasio total (k20)     | 16.3%       | Retención de humedad                                     | 70.8%                 |
| Calcio total (CaO)      | 15%         | Capacidad de intercambio catiónico                       | 31 meq/100 grms       |
| Carbono orgánico        | 15%         | Sodio  | 2061 pp.              |
| Humedad máxima          | 0.71 g/c.c. | Conductividad Eléctrica                                  | 27.5 ds/m             |
| Densidad                | 0.71 g/c.c. | <b>CONTENIDO DE METALES PESADOS</b>                      |                       |
|                         |             | Por debajo de los límites establecidos en la N.T.C. 5167 |                       |

Nota. Órganos Ferticol (s.f.) Uso aplicación abono fertilizantes Recuperado de: <http://www.organicosfertilisol.com/uso-aplicacion-abono-fertilizantes.html>

**5.5.4 Elaboración de la pasta artesanal.** Esta pasta se prepara principalmente con tomate maduro y enteros con excelentes características organolépticas y aunque se puede preparar con tomates defectuosos quitándoles la parte dañada, esto tal vez pueda afectar la preparación.

El tomate que se utiliza para elaborar la pasta puede ser de cualquier tamaño, con la pulpa firme y roja, con una madurez uniforme, y de superficie regular y lisa para facilitar el pelado. Las cavidades de las semillas deben ser pequeñas para que los trozos mantengan mejor su forma y apariencia.

El tomate se debe seleccionar para iniciar su lavado.

Después se pela el tomate, la eliminación de la cascara puede ser por medio del proceso de exaltación con vapor de agua (100°C) durante 30 a 60 segundos y luego se asperja con agua fría, con lo cual la piel se rompe y se desprende.

Una vez pelados los tomates, se colocan en trozos ya definidos (1\*1cm) y se somete a un proceso de rompimiento en caliente o en frío, como preparación para la extracción del jugo.

Método caliente: el proceso caliente (hot break) consiste en calentar rápidamente los trozos hasta 90-95°C y mantenerlo a esta temperatura durante 1 a 2 minutos, para inactivar las enzimas pépticas. La ventaja de este proceso es que el jugo resulta con un mejor sabor y mayor consistencia que cuando se cocinan los tomates.

Método frío: los tomates pasan por un proceso de escaldado antes del troceado. Seguidamente, se parten en trozos o se exprimen a temperatura 66 °C, se colocan en un tanque de espera donde permanecen de segundos a minutos, y en el que las enzimas que se liberan al exprimir el producto pueden catalizar (acelerar) el rompimiento de las pectinas.

Este proceso debe ser rápido para mantener una pasta con excelente calidad, sabor y una buena retención de vitamina C.

Luego del proceso de rompimiento, se extrae el jugo; se separa de semillas, cascara y trozos de tejidos, se concentra con la ayuda de evaporadores, en los que se reduce su volumen inicial hasta la mitad o menos, de manera que la gravedad específica sea de 1.035 a 1.05.

Posteriormente se envasa caliente (88°C) en latas y otro tipo de empaque, que se sellan cuidadosamente y se enfrían para prevenir la pérdida de sabor, color, y evitar otros defectos.

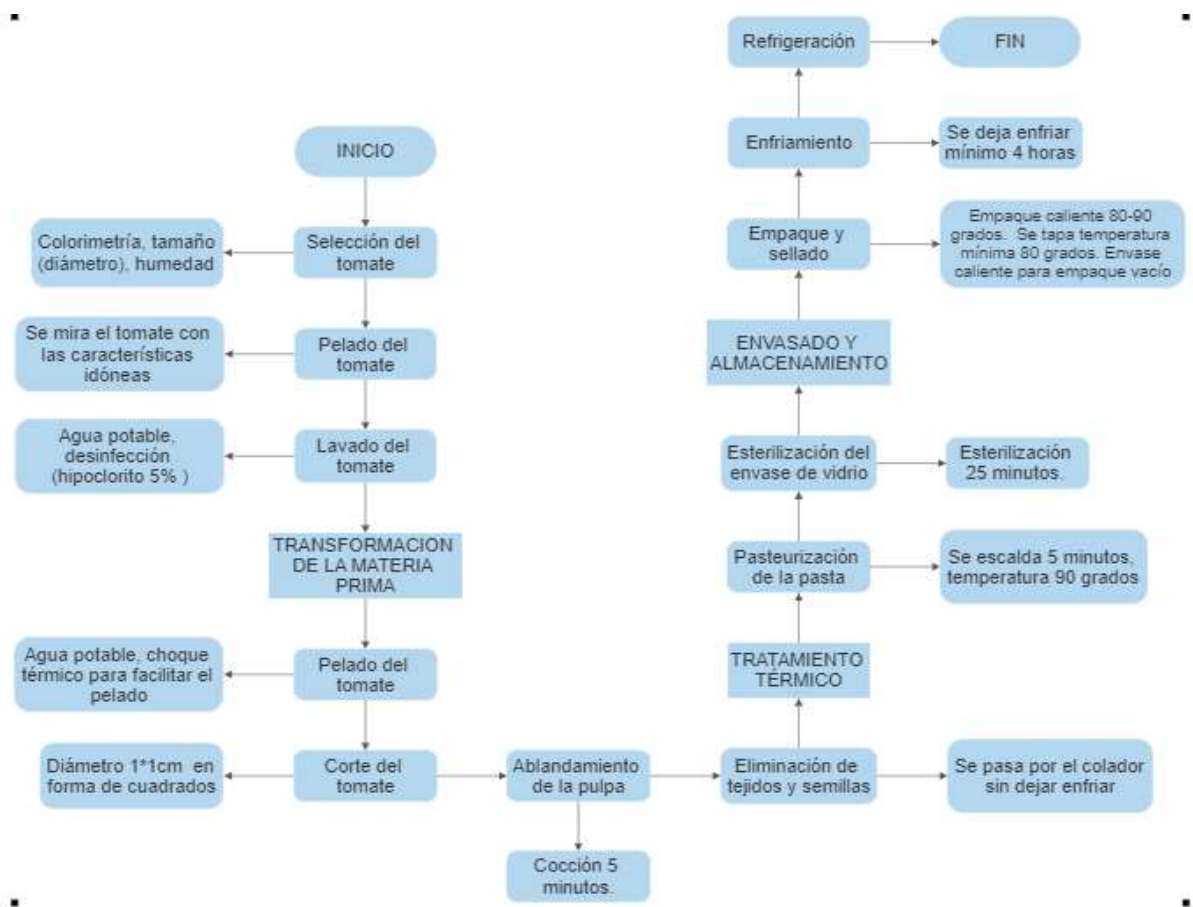
Los evaporadores utilizados para concentrar el jugo deben operar preferiblemente al vacío, para minimizar la pérdida de aroma y otros atributos de calidad del producto.

La pasta de tomate debe pasteurizarse a 90-92 °C antes de colocarse en las latas para evitar la contaminación.

### 5.5.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración

Figura 6.

Flujograma de proceso elaboración pasta de tomate



### 5.6 Métodos y técnicas de investigación

Se realizarán las muestras espectrométricas de emisión atómica a la pasta de tomate de la siguiente manera:

Tabla 15.  
*Pruebas a realizar*

| <b>Numero de muestras</b> | <b>Variedad</b> | <b>Sistema productivo</b>   | <b>Metales a analizar</b> |                |
|---------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|
| <b>1</b>                  | Chonto          | Agricultura orgánica        | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>2</b>                  | Rio grande      | Agricultura orgánica        | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>3</b>                  | Chonto          | A campo abierto-tradicional | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>4</b>                  | Rio grande      | A campo abierto-tradicional | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>5</b>                  | Chonto          | Invernadero                 | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>6</b>                  | Rio grande      | Invernadero                 | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>7</b>                  | Pasta comercial | Pasta comercial             | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |
| <b>8</b>                  | Pasta comercial | Pasta comercial             | Plomo como Pb             | Estaño como Sn |

Se realizó pruebas de trazas de Plomo y Estaño por lo que en la Norma Técnica Colombiana 1287 (26-11-2008) lo establece como medidas a tomar en cuenta en la producción de concentrado de tomate.

## 6. Análisis de resultados

- Se hizo una prueba piloto en el laboratorio de alimentos de la Universidad Industrial de Santander con pulpa de tomate fresco producido en la finca ubicada en el municipio de Oiba mediante sistema de producción a campo abierto.
- La razón por la cual se escogió la variedad de tomate tipo Chonto y Rio grande para la muestra es porque debido a que posee gran cantidad de pulpa (mesocarpio y endocarpio carnosos) en su estructura, esto favorece a la producción de concentrado de tomate.
- Se envió una muestra de 250gramos de pasta de tomate fresco para la realización del análisis de laboratorio.

Tabla 16.

*Resultados del análisis de laboratorio-prueba piloto*

| PARÁMETROS | UNIDAD         | RESULTADO | MÉTODO DE ANÁLISIS                          |
|------------|----------------|-----------|---|
| Plomo      | mg /kg muestra | n.d.      | AOAC 999.11 21th Edición -Absorción atómica |
| Estaño     | mg /kg muestra | n.d.      | Standar Methods. 3111D                      |

n.d.: no detectado

Fuente: Laboratorios de alimentos CICTA. Resultados de análisis M995-19

- El análisis dio como resultado no presencia de ningún elemento pesado en la muestra de la pasta de tomate.
- Se realizó de manera extraordinaria una muestra de trazas contaminantes mediante el método de cromatografía cualitativa utilizando la misma muestra de pasta utilizada en el laboratorio de alimentos para el análisis de absorción atómica. Esta muestra define que la

pasta presenta trazas de químicos ocasionados por las prácticas agrícolas durante el establecimiento del cultivo del tomate; Aunque si presentan trazas químicas, no define el tipo de químicos reflejados, como si se pudo deducir mediante el análisis por absorción atómica que la pasta no tiene presencia de Plomo y Estaño considerados en la resolución 1287 del año 2008 como metales pesados no permitidos en el concentrado o pasta de tomate.

## 7. Conclusiones

De la anterior investigación se pudo concluir que:

Se identificó las características del sistema productivo por invernadero en la vereda Paraíso Oibano del municipio de Oiba en el cual manejan la variedad Chonto de tomate. Tiene un área de 30 metros de ancho y 50 metros de largo. Se maneja un sistema de goteo para riego y para fertilización conectado a un tanque con capacidad de 2000 litros de agua. El cultivo está protegido por un plástico de color blanco lo que permite un mayor control de plagas. Las personas encargadas del cultivo no utilizan la protección indicada para su seguridad lo que puede afectar a un futuro su salud. Se maneja un plan de fumigación aproximadamente de cada 15 días para control de plagas y enfermedades propias del tomate (*solanum lycopersicum*) haciendo rotación de ingredientes activos en los agro insumos utilizados.

En la vereda Bella vista del municipio de Oiba-Santander se ubicó el cultivo de tomate (*solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande mediante el sistema productivo a campo abierto. Se estableció un área de siembra de 2000 metros cuadrados con 2100 plantas de tomate con medida de siembra de 0.60 metros entre planta y 1.60 metros entre surcos. Se manejó riego manual usando el agua que llega a través del acueducto de la vereda. Se manejó un plan de fumigación para controlar la aparición de plagas y enfermedades del tomate con rotación de ingredientes activos de los agroquímicos de cada 3 días. La persona que estuvo vinculado al establecimiento del cultivo tenía conocimiento previo del manejo agronómico del cultivo puesto que lleva varios años en la práctica de sembrar tomate.

En el barrio Marsella Campestre del municipio de San Gil se estableció dos plantaciones de tomate de manera artesanal (mediante el uso de materas) con las variedades de tomate ( *solanum lycopersicum*) Chonto y Rio Grande. Desde su siembra se utilizó tierra tradicional para establecer el cultivo. Se manejó un riego con agua extraída del acueducto del municipio con intervalo de cada 6 días. Se llevó un monitoreo diario para controlar el daño del material vegetal por plaga con el uso de insumos biológicos. No se pudo observar producción en este sistema productivo debido a que solo se fertilizó con abono orgánico y este no suplió las necesidades nutricionales de las plantas.

Se aplicó la técnica espectrométrica de emisión atómica a una muestra de pasta elaborada con tomate variedad rio grande F1, producido mediante el sistema productivo a campo abierto y se obtuvo que este tomate no presenta trazas de metales pesados en su estructura molecular; No se realizó la prueba a una muestra de tomate por el sistema de invernadero por lo que se realizó la prueba piloto con la muestra producida por campo abierto, y no se realizó la muestra mediante el sistema orgánico por lo que no había producción mientras se realizó la prueba de laboratorio en Cicta.

No se encontraron trazas contaminantes de Plomo y Estaño en la muestra tomada del tomate producido por el sistema a campo abierto, lo que se permite evidenciar que el manejo que hubo durante el establecimiento del cultivo no presentó contaminación por metales pesados mediante las fumigaciones de control de plagas y enfermedades que se realizaron. No se realizó prueba de Plomo y Estaño a ninguna otra muestra de concentrado de tomate.

## 8. Recomendaciones

En base al resultado de la investigación, se puede recomendar que:

Después de haber realizado el análisis de la muestra piloto mediante la técnica espectrométrica de emisión atómica se obtuvo como resultado que la pasta elaborada con tomate producido a campo abierto no presentó trazas de metales pesados, se recomienda que para identificar trazas químicas la mejor técnica de análisis es el uso de cromatografía cualitativa.

Para realizar un análisis de trazas por metales pesados en alimentos, se recomienda tener en cuenta la calidad del agua como factor determinante por su uso en el establecimiento del cultivo mediante los diferentes sistemas de producción (invernadero, campo abierto y orgánico).

Como el proyecto se realizó en dos municipios diferentes como Oiba y San Gil, se recomienda realizar un análisis del agua que se utilizó en cada sistema productivo, y así determinar sus características fisicoquímicas, con el fin de identificar sus efectos en la aparición de trazas metálicas como Plomo y Estaño en el concentrado de tomate.

### Referencias Bibliográficas

- AINIA. (s.f.). *Metales pesados en alimentos, ¿Cómo se analizan?* Obtenido de <https://www.ainia.es/noticias/seguridad-alimentaria/metales-pesados-en-alimentos-como-se-analizan/>
- Ávila Orozco, F., León Gallón, L., Pinzón Fandiño, M., Londoño Orozco, A., & Gutierrez Cifuentes, J. (Septiembre-Diciembre de 2017). Efecto residual de fitosanitarios en tomate y en physalis cultivados en Quindío (Colombia). *Sanidad vegetal y protección de cultivos*, 571-582. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n3/0122-8706-ccta-18-03-00571.pdf>
- Campuzano, S., Mejía Flórez, D., Madero Ibarra, C., & Pabón Sánchez, P. (15 de Junio de 2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *NOVA*, 13(23). Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/nova/article/view/1708>
- CropLife Latin América. (s.f.). *CropLife Latin América*. Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/proteccion-cultivos/agroquimicos>
- Departamento administrativo de la función pública. (10 de Enero de 2012). Artículo 126. *Decreto número 0019 de 2012*. Colombia. Obtenido de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2012/Documents/Enero/10/Dec1910012012.pdf>
- Espectrometria.com. (s.f.). *Espectrometría de emisión*. Obtenido de [https://www.espectrometria.com/espectrometra\\_de\\_emisin](https://www.espectrometria.com/espectrometra_de_emisin)

- Jiménez Solórzano, E., Ugalde Álvarez, J., & Luna Sánchez, N. (2018). *Bioelementos*. Costa Rica: Universidad Nacional. Obtenido de <https://www.studocu.com/es/document/universidad-nacional/quimica-organica-i/informe/1-bioelementos-nota-10/3750352/view>
- Meneses Moreno, N. (2017). *¿Agroquímicos o Agrohomeopatía?* Universidad de Berna, Berna. Obtenido de <http://www.cienciahomeopatia.com/wp-content/uploads/2017/05/dra-niurka-meneses-agroquimicos-o-agrohomeopatia.pdf>
- Ministerio de protección social. (9 de Mayo de 2007). Decreto 1575 de 2007. Colombia. Obtenido de <http://www.mincit.gov.co/ministerio/normograma-sig/procesos-de-apoyo/gestion-de-recursos-fisicos/decretos/decreto-1575-de-2007.aspx>
- Ministerio de salud y protección social. (11 de Marzo de 2015). Resolución 719 DE 2015. Colombia. Obtenido de [https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R\\_MSPS\\_0719\\_2015.pdf](https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MSPS_0719_2015.pdf)
- Norma Técnica Colombiana. (11 de Noviembre de 2008). NTC 1287. Colombia . Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/58310037/NTC-1287-Concentrado-de-Tomate>
- Obiols Quinto, J. (1999). *NTP 512: Plaguicidas organofosforados (I): aspectos*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: [https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp\\_512.pdf/5852f604-3aad-40a3-ac2a-94507be3a1f5](https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_512.pdf/5852f604-3aad-40a3-ac2a-94507be3a1f5)
- Osorio Gutiérrez , R., Arcila, C., Rendón, J., Solarte, V., Castaño, D., & Santos, S. (2016). *Caracterización de la superficie de frutas y hortalizas con el fin de buscar trazas de agroquímicos*. SENA, Medellín. Obtenido de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Tecnorev/article/view/283/308>
- Tricárico, Fábian;. (s.f.). *Organoclorados*. Obtenido de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Organoclor.htm>
- Universidad Central de Venezuela. (2008). *Guía de cromatografía*. Caracas. Obtenido de <http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/LIApregrado/archivos/Guia%20para%20cromatografia.pdf>

Universidad Nacional de Trujillo. (2016). Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-trujillo/bioquimica/apuntes/espectroscopia-de-emision-atmica/3106380/view>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Alimento alterado. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos. Glosario*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Alimento contaminado. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos. Glosario*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Buenas prácticas de manufactura. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Desinfección- descontaminación. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Equipo. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Sustancia peligrosa. *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

Velandia Moreno, A. (25 de Mayo de 2010). Toxina . *Capítulo 5: Higiene, protección y manipulación de alimentos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-higiene-proteccion-manipulacion-alimentos/higiene-proteccion-manipulacion-alimentos-glosario>

## Apéndices

**Apéndice A. Informe del laboratorio, prueba piloto tomate fresco producido a campo abierto.**

|   |   |                          |                              |
|---|---|--------------------------|------------------------------|
|  | <b>LABORATORIO DE ALIMENTOS -CICTA-</b> | <b>INFORME DE ENSAYO</b> | <b>FOITIE.01</b>             |
|   |   | Número: 995-19           | Versión: 06<br>Página 1 de 1 |

**INFORME DE ENSAYO**

**FECHA:** 2019-10-17  
**NOMBRE/EMPRESA:** JENNY CAROLINA CARREÑO MUÑOZ  
**DIRECCIÓN:** Carrera 13 N.º 18 Sur-06 Manz D Torre 3 Apto 301 San Gil  
**TELÉFONO:** 320 231 8426  
**CÓDIGO DE LA MUESTRA:** M995-19  
**PRODUCTO:** Pasta de tomate fresco  
  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2019-10-09  
**REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS:** 2019-10-11

**DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS:**

1. El plomo fue determinado en el remanente de las cenizas y cuantificados por espectrometría de absorción atómica siguiendo la norma internacional AOAC 999.11 21th Edición.
2. El estaño fue determinado en el remanente de las cenizas y cuantificados por espectrometría de absorción atómica siguiendo el método Standar Methods. 3111D.

**TABLA 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS M995-19**

| PARÁMETROS | UNIDAD         | RESULTADO | MÉTODO DE ANÁLISIS                          |
|------------|----------------|-----------|---|
| Plomo      | mg /kg muestra | n.d       | AOAC 999.11 21th Edición -Absorción atómica |
| Estaño     | mg /kg muestra | n.d       | Standar Methods. 3111D                      |

n.d.: no detectado

**REVISÓ**

**MSc. Arley R. Villamizar J.**  
 Químico PQ2839  
 Director técnico

**APROBÓ**

**Dr. Luis Javier López Giraldo**  
 PhD Qca. Bioquímica y Ciencia de Alimentos  
 Director de laboratorio

*NOTA: ESTE INFORME DE RESULTADOS CORRESPONDE ÚNICAMENTE A LA MUESTRA RECIBIDA Y ANALIZADA EN EL LABORATORIO. NO PUEDE SER NI PARCIAL NI TOTALMENTE REPRODUCIDO SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO*

**PIN DEL INFORME**

Apéndice B. Muestra de la pasta de tomate mediante el método de cromatografía cualitativa.



Apéndice C. Establecimiento del cultivo de tomate mediante un sistema orgánico.





Apéndice D. Imágenes del cultivo de tomate tipo Rio grande en la vereda Bella Vista en el municipio de Oiba-Santander.



Apéndice E. Imágenes del establecimiento del cultivo de tomate por invernadero.

