

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA:  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**TEMA:  
ESTIMACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES BASADO EN EL ANÁLISIS  
DE CICLO DE VIDA DE LA FASE AGRÍCOLA DE LA CADENA  
AGROALIMENTARIA CONVENCIONAL Y AGROECOLÓGICA DE LA  
ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) EN LAS JUNTAS PARROQUIALES  
“LA ESPERANZA” Y “TABACUNDO”, CANTÓN PEDRO MONCAYO.**

**AUTORA:  
DENISSE ESTEFANÍA GAVILANES MORALES**

**TUTOR:  
RONNIE XAVIER LIZANO ACEVEDO**

**Quito, marzo del 2018**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, DENISSE ESTEFANÍA GAVILANES MORALES, con documento de identificación No. 172132270-7, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy la autora del trabajo de titulación intitulado: **ESTIMACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA FASE AGRÍCOLA DE LA CADENA AGROALIMENTARIA CONVENCIONAL Y AGROECOLÓGICA DE LA ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) EN LAS JUNTAS PARROQUIALES “LA ESPERANZA” Y “TABACUNDO”, CANTÓN PEDRO MONCAYO**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA AMBIENTAL, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



---

Denisse Estefanía Gavilanes Morales.

172132270-7

Marzo del 2018

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo experimental, **ESTIMACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES BASADO EN EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE LA FASE AGRÍCOLA DE LA CADENA AGROALIMENTARIA CONVENCIONAL Y AGROECOLÓGICA DE LA ZANAHORIA (DAUCUS CAROTA) EN LAS JUNTAS PARROQUIALES “LA ESPERANZA” Y “TABACUNDO”, CANTÓN PEDRO MONCAYO**, realizado por DENISSE ESTEFANÍA GAVILANES MORALES, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación

Quito, marzo del 2018



---

Ronnie Xavier Lizano Acevedo

C:171429158-8

## DEDICATORIA

*A Dios, por darme la oportunidad de venir a este mundo.*

*A mi amado padre por cuidarme y enseñarme aun estando lejos y a mi preciosa madre, ya que sin ella nada hubiera sido posible, a ella porque con su ejemplo de mujer virtuosa, exitosa y valiente ha hecho de mí todo lo que soy.*

*A mi compañero de vida, por su inmensa paciencia y amor entregado todos los días.*

*Y a mis queridos hijos que gracias a ellos la motivación ha sido perpetua.*

*Denisse Gavilanes Morales.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo General. ....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1. Análisis de Ciclo de Vida.....	4
3.2. Fase Agrícola .....	4
3.3. Cadena agroalimentaria.....	4
3.4. Cultivo agroecológico .....	5
3.5. Cultivo convencional .....	5
3.6. Revolución Verde.....	6
3.7. Agricultura en Pedro Moncayo .....	7
3.8. Cultivo de Zanahoria.....	7
3.9. Huella Hídrica .....	8
3.9.1. Huella Azul. ....	9
3.9.2. Huella verde. ....	9
3.9.3. Huella gris. ....	9
3.10. Huella de Carbono.....	9
3.11. Ecoetiquetado .....	10
3.12. Soberanía Alimentaria.....	11

4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
4.1. Materiales .....	13
4.1.1. Fase de Campo. ....	13
4.1.2. Fase de Laboratorio.....	14
4.2. Método .....	15
4.2.1. Fase de campo. ....	16
4.2.2. Fase de laboratorio. ....	17
4.2.3. Fase de gabinete. ....	18
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
5.1. Fase de campo .....	38
5.2. Fase de laboratorio .....	38
5.2.1. Suelo.....	38
5.2.2. Agua .....	40
5.2.3. Producto .....	43
5.2.4. Huella hídrica .....	44
5.2.5. Huella de Carbono.....	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
7. BIBLIOGRAFÍA .....	52
8. ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Reactivos para el muestreo de agua en campo.....	13
<b>Tabla 2</b>	Materiales y reactivos para el muestreo de suelo.....	13
<b>Tabla 3</b>	Instrumentos para el muestreo de fertilizantes en campo .....	14
<b>Tabla 4</b>	Reactivos, materiales y equipos utilizados en los análisis químicos de agua y suelo .....	15
<b>Tabla 5</b>	Parámetros analizados en el recurso agua y suelo en la Universidad Politécnica Salesiana.....	17
<b>Tabla 6</b>	Valores de $K_c$ para el cultivo de zanahoria.....	20
<b>Tabla 7</b>	Fertilizantes ocupados por el cultivo convencional .....	22
<b>Tabla 8</b>	Parámetros de niveles de calidad de agua para el riego .....	23
<b>Tabla 9</b>	Factor de emisión por defecto para estimar las emisiones directas de $N_2O$ .....	29
<b>Tabla 10</b>	Factor de emisión volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de $N_2O$ .....	31
<b>Tabla 11</b>	Factor de emisión para fertilizantes .....	32
<b>Tabla 12</b>	Densidad de diésel y gasolina .....	33
<b>Tabla 13</b>	Valores Calóricos Netos (VCN) de diésel y gasolina .....	34
<b>Tabla 14</b>	Factores de emisión por defecto para maquinaria todo terreno .....	34
<b>Tabla 15</b>	Potencial de calentamiento global (GWP).....	35
<b>Tabla 16</b>	Factor de emisión volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de $N_2O$ .....	37
<b>Tabla 17</b>	Información primaria Productores Agroecológicos y Convencional.....	38
<b>Tabla 18</b>	Resultados de laboratorio parámetros físicos y químicos de suelo.....	39
<b>Tabla 19</b>	Resumen de resultados de fertilizantes en suelo .....	40

<b>Tabla 20</b> Resultados de laboratorio parámetros físicos y químicos .....	41
<b>Tabla 21</b> Resultados de laboratorio de fertilizantes en muestra de agua .....	42
<b>Tabla 22</b> Resultados de pesticidas en la zanahoria .....	43
<b>Tabla 23</b> Resultados de la Huella hídrica de los productores en estudio .....	44
<b>Tabla 24</b> Valores de Huella Hídrica Total de zanahoria a nivel mundial, provincial y de la investigación presente .....	46
<b>Tabla 25</b> Resultados obtenidos del cálculo de Huella de Carbono del cultivo de zanahoria sistema agroecológico.....	47
<b>Tabla 26</b> Resultados obtenidos del cálculo de Huella de Carbono del cultivo de zanahoria sistema convencional .....	48



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Etapas de cálculo para la Huella Hídrica.....	18
<b>Figura 2.</b> Esquema de Sumatoria de Huellas para obtener la HH Total .....	19
<b>Figura 3.</b> Diagrama para realizar la Huella de Carbono .....	24
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo de cultivo agroecológico.....	25
<b>Figura 5.</b> Diagrama de flujo de cultivo convencional.....	26
<b>Figura 6.</b> Definición del sistema agroecológico.....	27
<b>Figura 7.</b> Definición del sistema convencional.....	27
<b>Figura 8.</b> Representación mediante barras el resultado de las 3 huellas de los 6 productores en estudio.....	45
<b>Figura 9.</b> Gráfico en barra del valor Huella de carbono de cada productor .....	48
<b>Figura 10.</b> Gráfico que relaciona promedio de productores agroecológicos vs productor convencional.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Muestreo de suelo y producto .....	56
<b>Anexo 2.</b> Mapa dinámico de cultivo agroecológico .....	56
<b>Anexo 3.</b> Mapa dinámico de cultivo convencional.....	57
<b>Anexo 4.</b> Fase de laboratorio Universidad Politécnica Salesiana.....	58
<b>Anexo 5.</b> Resultados de laboratorio recurso suelo.....	58
<b>Anexo 6.</b> Resultados de laboratorio recurso agua.....	59
<b>Anexo 7.</b> Cálculo de Evapotranspiración de referencia $[ET]_0$ y precipitación efectiva (P efec, mm ) en Cropwat 8.0.....	59
<b>Anexo 8.</b> Pestaña de cultivo y suelo en Cropwat 8.0.....	60
<b>Anexo 9.</b> Requerimiento de agua del cultivo y fórmula para obtener la Huella hídrica gris.....	60
<b>Anexo 10.</b> Inventario para el cálculo de huella de carbono. ....	61
<b>Anexo 11.</b> Componentes de la huella con valores .....	61
<b>Anexo 12.</b> Cálculo de respiración del suelo.....	62
<b>Anexo 13.</b> Resultado de Huella de Carbono de cultivo agroecológico .....	62
<b>Anexo 14.</b> Resultado de Huella de Carbono productor convencional .....	62
<b>Anexo 15.</b> Informe de laboratorio Agrocalidad.....	63
<b>Anexo 16.</b> Resultado de Labolab. Ltda (pesticidas) .....	64
<b>Anexo 17.</b> Resultado de Agua con pesticida Labolab Ltda. ....	65



## RESUMEN

El objetivo principal de la investigación fue estimar los impactos ambientales de consumo de agua y emisión de  $CO_2eq$  emitidas a la atmósfera mediante los indicadores de huella hídrica y de carbono en la fase agrícola del cultivo de zanahoria de un sistema agroecológico y convencional, de las parroquias la Esperanza y Tabacundo del cantón Pedro Moncayo.

Para lo cual, la metodología utilizada para la obtención de la huella hídrica se basó en El Manual de Evaluación de la huella hídrica de Arjen Y. Hoekstra, juntamente con el manual 056 de Evapotranspiración y el software Cropwat 8.0 de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Para el cálculo de la huella de carbono se siguió las Directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) para el sector de la agricultura.

La investigación se basa en un estudio de 5 productores agroecológicos y 1 convencional delimitando la unidad funcional a kilogramos de producto. Obteniendo los resultados para la huella hídrica en promedio de los cultivos agroecológicos de 29,61 l de agua/kg de producto y para el cultivo convencional 759,51 l de agua/ kg de producto. Para el cálculo de huella de carbono se determinó que el valor promedio de las huellas de los cultivos agroecológicos es 6,79 kg  $CO_2$  equi/kg de producto y del cultivo convencional es 394,94 kg  $CO_2$  equi/kg de producto

La importancia de la presente investigación es denotar externalidades ambientales y sociales invisibles que se generan en ambos sistemas de producción agrícola.

## ABSTRACT

The main objective of the research was to estimate the environmental impacts of water consumption and emission of  $CO_2eq$  emitted into the atmosphere through the water and carbon footprint indicators in the agricultural phase of the carrot crop of an agroecological and conventional system, from the Esperanza and Tabacundo parishes of the Pedro Moncayo canton.

To this end, the methodology used to obtain the water footprint was based on the Manual of Evaluation of the water footprint of Arjen Y. Hoekstra, together with the manual 056 of Evapotranspiration and the software Cropwat 8.0 of the Organization of the United Nations for Agriculture and Food (FAO). The Guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) for the agriculture sector were followed for calculating the carbon footprint.

The research is based on a study of five agroecological and one conventional producers delimiting the functional unit to kilograms of product, obtaining the results for the water footprint on average of the agroecological crops a footprint of 29, 61 l of water / kg of product and for conventional cultivation 759,51 l of water / kg of product. To calculate the carbon footprint, it was determined that the average value of the traces of the agroecological crops is 6.79 kg  $CO_2eq$  / kg of product and the conventional crop is 394.94 kg  $CO_2eq$  / kg of product

The importance of this research is to denote invisible environmental and social externalities that are generated in both agricultural production systems.

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir del siglo XIX donde la tecnificación de procesos y el reemplazo de la mano de obra fueron las principales actividades de implementación para el aumento de la productividad y la generación de excedentes económicos conocidos como “capital” (Restrepo M., Angel S., & Prager M., 2000) nace como prioridad, el monocultivo para ciertas especies de interés bajo la tutela de la revolución verde a nivel mundial.

Dentro del territorio ecuatoriano la conquista española subestimó y desechó los saberes ancestrales de los agricultores andinos por los cultivos de interés para la colonia (Borja & Valdivia, 2015), actualmente los problemas generados por la colonia ha desencadenado desestabilización económica, como lo menciona (Altieri & Nicholls, 2012) que el uso de “...agroquímicos la mecanización y las operaciones de irrigación” (p. 66) utilizadas por la agricultura convencional quienes son dependientes claramente del petróleo, destabilizaba la economía debido a la fluctuación del valor del mismo por factores externos mundiales, desestabilización social ya que ha dejado de lado a los pequeños agricultores para dar paso a las grandes multinacionales sin garantizar la soberanía alimentaria que cada ciudadano tiene por derecho.

Es así que dentro de la agricultura se distingue dos tipos de ramas, el cultivo agroecológico y cultivo convencional siendo la primera determinada como una agricultura más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción y que apoya el concepto de soberanía alimentaria, lo que permite una garantía del agricultor hacia el productor de que el producto que compra es sano (Restrepo M. et al.,

2000, p.4), con un paradigma diferente el cultivo convencional permite que el hombre actúe sobre la naturaleza en función de la producción (kilogramos de producto/ área de terreno) por medio del uso de fuentes de energía externa (maquinaria, fertilizantes, pesticidas, etc.)(Restrepo M. et al., 2000), alterándolo hasta volverlo dependiente del hombre.

La agricultura convencional ha aportado para que la contaminación ambiental aumente de "...280 ppm (partes por millón) a 385 ppm hasta el 2008 y 440 ppm hasta el año 2016" (Semarnat, 2009, p.19) sumado a la deforestación, el cambio de uso de tierra, la quema de residuos, el arado durante la preparación de tierra para el sembrado, la aplicación desmedida de fertilizantes químicos inorgánicos (CEDECO, 2005) que según el Banco Mundial en 54 años se ha aumentado 7 veces las toneladas de  $CO_2$  emitidas al ambiente por persona.

Es por tal razón que se presenta la siguiente investigación realizada en el cantón Pedro Moncayo en las parroquias Tabacundo y la Esperanza conjuntamente con la "Asociación del Buen Vivir", la estimación de los impactos ambientales de consumo de agua y emisión de  $CO_2eq$  emitidas a la atmósfera mediante los indicadores de huella hídrica y de carbono, basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la zanahoria (*Daucus carota*), debido a que es una de las raíces más cultivadas del mundo (Aragundi Rivas, Plua Martinez, & Espol, 2015), y dentro de la alimentación ecuatoriana es un alimento de consumo diario.

De igual forma se pretende analizar las diferencias entre suelo, agua, fertilizantes y producto, para denotar que las externalidades ambientales y sociales negativas se generan al apoyar el cultivo convencional.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General.**

Estimar los impactos ambientales del sistema agroalimentario agroecológico de la zanahoria (*Daucus carota*) en su fase agrícola en comparación con el sistema convencional, a través del análisis de ciclo de vida (ACV) en las parroquias La Esperanza y Tabacundo del cantón Pedro Moncayo.

### **2.2. Objetivos Específicos.**

- Estimar la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente emitida a la atmósfera por kilogramo de zanahoria (*Daucus carota*) a través del indicador Huella de Carbono.
- Estimar la cantidad de agua requerida para producir un kilogramo de producto de zanahoria (*Daucus carota*) a través del indicador Huella Hídrica.
- Analizar las diferencias entre suelos, agua, fertilizantes, y productos de sistemas de producción agrícola convencional y agroecológica mediante la determinación de parámetros físico-químicos en laboratorio.



## **3. MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Análisis de Ciclo de Vida**

En la norma ISO 14040:2001 como se citó en (Leiva, 2016, p.1) menciona que:

“Es una técnica para evaluar los aspectos y los impactos ambientales potenciales asociados con un producto mediante, la recopilación en un inventario de las entradas y salidas pertinentes de un sistema producto; la evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con esas entradas y salidas; la interpretación de los resultados de las dos fases anteriores”

### **3.2. Fase Agrícola**

Las etapas de la fase agrícola que se tomará en cuenta en la investigación es preparación del suelo, siembra, fertilización, control, cosecha, transporte, almacenamiento y gestión de residuos para ambos sistemas tanto convencional como agroecológico.

### **3.3. Cadena agroalimentaria**

“Itinerario o proceso que sigue un producto agrícola, pecuario, forestal o pesquero a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar al consumidor final” (SAGARPA, 2014, p.4).

### **3.4. Cultivo agroecológico**

Práctica de la agricultura que se encuentra más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (Restrepo M. et al., 2000, p. 4), es aquella que utiliza todos los elementos de la naturaleza para su cultivo, por ejemplo la fertilización y control por medio de bioles, caldos, insecticidas orgánicos, barreras vivas, y el cultivo rotativo. Estos cultivos tratados con niveles de materia orgánica alta, tienen mayor retención de nutrientes que son absorbidos por los productos, lo que permite obtener una mayor concentración de antioxidantes, vitaminas, minerales y donde la biodiversidad es conservada, debido a que los campesinos trabajan aproximadamente con 7 mil cultivos lo que evita que las especies se vuelvan vulnerables a plagas (Heifer & MAGAP, 2014).

Es importante denotar que la agroecología es una apropiación colectiva cultural de los ritos y valores de los campesinos, lo que pretende revalorizar las prácticas tradicionales de cultivo e innovar con nuevas técnicas que sean ligadas al medio ambiente (Heifer & MAGAP, 2014), lo que impacta positivamente a la familia porque integra a todos los miembros para realizar estas labores. Por ende no es necesaria la migración campo- ciudad porque existe un sostenimiento económico que la familia obtiene al cosechar alimentos para su consumo y para la venta.

### **3.5. Cultivo convencional**

“Sistema agrícola desarrollado bajo el modelo de revolución verde; utilizando altos insumos, maquinaria y variedades mejoradas” (Restrepo M. et al., 2000, p.117). Es determinado cultivo convencional, cuando el agricultor siembra en grandes

extensiones de tierra un cultivo de interés (monocultivo), y en el cual se utiliza sustancias químicas inorgánicas sólidas o líquidas para la fertilización y control durante todo el ciclo de vida del cultivo, además utiliza maquinaria agrícola que consume combustible fósil en su función. Debido a la aplicación de estas actividades mencionadas anteriormente, el suelo es erosionado y minimiza la posibilidad de almacenar micronutrientes (Ortega, 2009, p.7).

Dentro de estas consideraciones se expone que en la agricultura convencional únicamente se siembran cinco cultivo de interés “los que acaparan el 20% de la superficie agrícola en el mundo entre los cuales se encuentran: maíz, soya, caña de azúcar y árboles” (Heifer & MAGAP, 2014, p.18). y quienes “son manejados bajo 10 empresas, siete son estadounidenses, 1 francesa, 1 suiza y 1 holandesa, las mismas que monopolizan alrededor del 61% del mercado de alimentos, con una venta de 208,19 millones de dólares anuales” (Ortega, 2009, p.5).

### **3.6. Revolución Verde**

Determinada como revolución ya que cambiaría la dirección y el objetivo de la agricultura, es así que en la década de los años cincuenta la generación de altas tasas de productividad agrícola extensiva a través de la selección de semillas de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento era el objetivo primordial, con la ayuda de sustancias química inorgánicas y la maquinaria pesada (Ceccon, 2008). Es así que en América latina se vieron las consecuencias de la explotación de la tierra bajo las técnicas de la revolución verde, “en Brasil entre los años de 1963 y 1973 aumentó el número de plagas de 243 a 593.... se aumentó el 4.9% de la producción agrícola.” (Ceccon, 2008, p. 24), ese es el panorama de la praxis de la revolución verde: alimentos contaminados por fertilizantes, herbicidas, insecticidas, alimentos que contaminan a las personas sin ser comunicadas del origen y proceso de sus productos, empresarios

sin sentido de ética con el fin de obtener capital sin dar un valor de uso al considerar a la comida simplemente como una mercancía, pequeños agricultores desterrados de su sustento económico siendo dependientes de semillas modificadas y el paquete tecnológico ofrecido por las multinacionales, ambientalmente: suelos erosionados, equilibrio ecológico fracturado, poca productividad, enfermedades cancerígenas a los agricultores que trabajan dentro de la finca, enfermedades al consumidor y entre otras consecuencias (R. Tapia, 2006).

### **3.7. Agricultura en Pedro Moncayo**

El Cantón Pedro Moncayo tiene una población de 33.200 habitantes lo que representa el 1.3% de la provincia de Pichincha a la cual pertenece, dentro de la misma se distribuye la población con 69.7% en el ámbito rural y el 30.3% en lo urbano (INEC, 2010). Según los datos del INEC la población se encuentra en el sector rural mayoritariamente donde las personas se dedican a la agricultura para su sustento, es así que “las tierras de uso agrícola atraviesa todo el cantón desde las tierras aluviales junto al río Pisque a 1880 msnm hasta los 3240 msnm en la frontera noreste con Imbabura” (Jiménez, 2016, p.4). Dentro de este sector existe la influencia de las florícolas quienes son exportadores mundiales, los mismos que generan el monocultivo con una excesiva dependencia y vulnerabilidad del sector económico.

### **3.8. Cultivo de Zanahoria**

La zanahoria (*Daucus carota*) pertenece a la familia de las Apiaceae, es originaria de Asia Menor, donde se encuentra en estado silvestre. Es considerada un alimento cotidiano dentro de la nutrición debido al contenido de vitamina A, B y C (Moroto, 2008).

Es la única planta alimenticia de la familia de la zanahoria (Apiáceas) domesticada en Sudamérica. Tiene diferentes tipos de hojas: una hoja vegetativa que por lo general es más grande, muy dividida y la hoja caulinar que subtiende al eje floral, que es más pequeña y con menos divisiones. La inflorescencia es una umbela. Es una planta de cruzamiento facultativo y produce semillas (Tapia, Fries, Mazar, & Rosell, 2007, p.55)

Es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. Su consumo se ha extendido ampliamente, ya que actualmente se encuentra disponible en todos mercados durante todo el año. Existen diferente tipos de zanahoria como: Amarilla, baby o mini, Corazón de buey, Emperor, Danvers, Nantes, Touchon, Flakee, Amsterdam, París y Chantenay, las cuales se diferencian por su color, textura, grosor y sabor, las variedades de zanahoria sigue en aumento debido al proceso de hibridación que tiene para complacer al mercado industrial y al consumidor (Dansa, Bougardt, Nocera, & DGPM, 2007).

Dentro de la investigación en Pedro Moncayo en las Parroquias, las especies con la que se ha trabajado son la zanahoria amarilla, chantenay, la zanahoria mini.

### **3.9. Huella Hídrica**

“La huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que se ve no solo en el uso directo del agua de un consumidor o productor, pero también en el uso indirecto del agua”(Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011, p.2),

Para hacer referencia al concepto de huella hídrica según (Hoekstra et al., 2011) en la agricultura es el volumen de agua que se requiere para el cultivo en todo el ciclo de vida. Por lo tanto, es un indicador ambiental que refleja el consumo de agua que se necesita. Para el cálculo de la Huella hídrica se toma en cuenta los componentes que

posee. Las unidades en las cuales se expresa es  $m^3/ton$ . Para realizar el cálculo de la huella hídrica verde y azul se necesita del programa Cropwap 8.0 desarrollado por la FAO el cual “es programa informático para el cálculo de los requerimientos de agua de cultivo y los requisitos de riego basados en el suelo, el clima y los datos de cultivos” (FAO, 2018) y hojas de Excel para el cálculo de la huella hídrica gris.

### **3.9.1. Huella Azul.**

Es un indicador del uso consuntivo del llamado agua azul, volumen de agua de la superficie fresca o agua subterránea que el cultivo absorbe, también se considera el agua evaporada o incorporada en el producto, siendo el factor más importante a considerar en el cálculo (Hoekstra et al., 2011).

### **3.9.2. Huella verde.**

Es la precipitación en la tierra que no se escurre y es almacena en el suelo, o se queda temporalmente en la parte superior del suelo o del cultivo. otra definición es el agua que el cultivo absorbe netamente ya que el exceso será evaporada por el suelo (Hoekstra et al., 2011).

### **3.9.3. Huella gris.**

Es un indicador del grado de contaminación del agua dulce utilizada por el cultivo para cumplir su ciclo de vida, y se expresa mediante el volumen de agua estimable para diluir los contaminantes de forma que se mantengan o superen los niveles de calidad del agua exigida por la normativa vigente (Hoekstra et al., 2011).

## **3.10. Huella de Carbono**

La huella de carbono es un indicador ambiental de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), cuantificadas en emisiones de  $CO_2$  equivalentes, que son liberadas a la atmósfera a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio (FOESA,

2013. p. 6). Lo que permite entender cuantitativamente el impacto ambiental que se emite al producir un kilogramo de zanahoria que es la unidad funcional de esta investigación.

Al conmemorar el Protocolo de Kyoto en el año de 1998 y proclamar en el artículo núm. 2 el objetivo de promover el desarrollo sostenible mediante la reducción de gases (Naciones Unidas, 1998), se hace énfasis en la sensibilización cada vez mayor de la sociedad (FOESA, 2013) hacia la reducción de GEI, pero cómo es posible evidenciar en los productos agrícolas, esta fue una pregunta que se realizó en la Unión Europea y en 1992 se creó el eco-etiquetado como solución, en el cual de forma voluntaria por parte de las empresas en el producto elaborado, se visualizaba las toneladas de  $CO_2$  equivalente emitidas al ambiente para producir un kilogramo de producto. Es así que mediante el desarrollo de la huella de Carbono, permite conocer en qué operación unitaria del diagrama de flujo las emisiones son mayores para que puedan ser reparadas, expone la carga ambiental de un producto, reduce los costes ambientales producidos por el consumo energético, y ofrece mayor información sobre el ACV del producto para la toma de decisiones en la adquisición de un producto (FOESA, 2013).

### **3.11. Ecoetiquetado**

El ecoetiquetado consiste en colocar sellos de aprobación a los productos que impacten al ambiente en un nivel menor en comparación a los productos similares que la competencia ofrece (Deere, 1999). De igual forma es un instrumento de la gestión ambiental para la preservación del ambiente, ya que tiene como estrategia la preservación y recuperación del ambiente, permitiendo el mejoramiento de los procesos productivos y la ampliación del sector del mercado ecológico (Lozano & Molina, 2001).

Es así, que mediante:

El Subcomité sobre Etiquetado Ambiental de la ISO tiene bajo su responsabilidad la elaboración de normas en el campo de las declaraciones y etiquetas ambientales. El objetivo de la ISO 14020 es establecer normas para el diseño y la implementación de los distintos tipos de planes de ecoetiquetado, pero sin delinear las normas específicas de certificación (Deere, 1999, p.12).

Por lo tanto, mediante el ecoetiquetado se pone a conocimiento del consumidor, el valor de la huella de carbono y huella hídrica, donde se pretende que el consumidor conozca la carga ambiental o el impacto al ambiente que está generando al comprar el producto, lo que permite crear conciencia al momento de decidir qué es lo que va a comprar.

### **3.12. Soberanía Alimentaria**

En el libro *Cosecha perversa* de (Coffey, Bravo, & Chérrez, 2007) explica cómo las empresas dedicadas a sembrar y vender para el mercado internacional, involucran a los pequeños agricultores para que participen conjuntamente en la producción de los cultivos de interés mundial, la gestión empieza con involucrar parte de su parcela, o con la totalidad de la misma, para después ser comprada por los empresarios que aumentan la concentración de tierra agrícola cuando ya poseían el 42% del total. Este proceso, permitió que los empresarios ingresen semillas transgénicas y creen una dependencia de los agricultores con los mismos dueños de las fábricas de sustancias químicas inorgánicas, generando despojo de los espacios y aislamiento de su cultura ancestral (Coffey et al., 2007).



Es por tal razón que dentro de la reforma a la constitución del Ecuador en el año 2008 en el artículo nro. 13 manifiesta que: “Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria” (Constitución De La República Del Ecuador, 2008, p.13).

La soberanía alimentaria se define como el DERECHO de los pueblos, a definir su política agraria y alimentaria (Vía Campesina, 2003), enfatizando en la preferencia a la producción agrícola local, a la tierra, al agua, a las semillas y al crédito, la lucha contra los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), y reparto del agua de forma equitativa y el mantenimiento de la calidad (Vía Campesina, 2003),

“el derecho de los campesinos a producir alimentos y el derecho de los consumidores a poder decidir lo que quieren consumir y, cómo y quién se lo produce.... el reconocimiento de los derechos de los campesinos que desempeñan un papel esencial en la producción agrícola y en la alimentación” (Vía Campesina, 2003, p. 1).

Es así que la ley ecuatoriana protege al agricultor y al consumidor mediante la ley, y el ecoetiquetado es una medida para que la soberanía alimentaria proteja a todos los ciudadanos.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Fase de Campo.

Para realizar los muestreos de suelo, agua, y fertilizantes se utilizaron los siguientes materiales:

##### 4.1.1.1. Muestreo de agua.

**Tabla 1**

*Reactivos para el muestreo de agua en campo*

Reactivos	Instrumentos
Agua destilada	Fosforera
Alcohol antiséptico	Botella de polietileno limpias de 1 litro
	Recipiente graduado
	Cooler (nevera portátil)
	Hielo

Los recipientes deben estar limpios, únicamente se utilizan botellas que han sido llenadas por agua anteriormente. Fuente: (Sadzawka, 2006)

##### 4.1.1.2. Muestreo de suelo

**Tabla 2**

*Materiales y reactivos para el muestreo de suelo*

	Instrumentos
Barreno	Fundas Ziploc
Balde para mezcla	Cuchillo
Cooler (nevera portátil)	Hielo
Pala	Cooler (nevera portátil)
Etiquetas	Hielo

Los instrumentos deben estar limpios y lavados para cada muestra. Fuente: (Pulgar et al., 2014)

#### **4.1.1.3. Muestreo de fertilizantes.**

**Tabla 3**

*Instrumentos para el muestreo de fertilizantes en campo*

<b>Instrumentos de Recolección de muestras</b>
Líquidos: Botella de polietileno limpias de 1 litro
Sólidos: Fundas Ziploc y balanza

Los instrumentos deben estar limpios y lavados, para cada muestra de fertilizante que se tome. Fuente: Gavilanes D (2017).

#### **4.1.1.4. Producto (zanahoria).**

Para el muestreo de producto se necesitó fundas ziploc, cooler o nevera portátil, y hielo para el transporte de las muestras hacia el laboratorio.

#### **4.1.1.5. Georreferenciación.**

En la georreferenciación de las parcelas para los cultivos agroecológicos y convencionales, se requirió un Dron Phantom 3 profesional, GPS Garmin E-trex 10 y una libreta de campo.

#### **4.1.2. Fase de Laboratorio.**

Los análisis de agua y suelo se llevaron a cabo en el laboratorio de química de la Universidad Politécnica Salesiana-Campus Sur entre los meses de agosto y septiembre del año 2017. Simultáneamente, las muestras de fertilizantes orgánicos, producto (zanahoria), agua y suelo son enviadas a dos laboratorios externos, Agrocalidad y LABOLAB Cía. Ltda, cuyos laboratorios cuentan con acreditación según la norma NTE INEN-ISO/IEC 17025.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los instrumentos y reactivos de laboratorio que se utilizó para los análisis químicos:

**Tabla 4***Reactivos, materiales y equipos utilizados en los análisis químicos de agua y suelo*

<b>Reactivos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipo</b>
Agua destilada	Espátulas	Balanza analítica
Solución tampón de pH 7	Vasos de precipitación (25,50,400,800,1000 ml)	Estufa de secado
Solución EDTA estandarizada	Piseta	Desecador
Indicador Eriocromo negro	Balón aforado	pH metro
Solución buffer amoniacal	Embudo	Conductímetro
Alcohol amílico	Pipeta	Agitadores magnéticos
	Probeta	Plancha agitadora
	Mortero	Tamizadora
	Vidrio de reloj	Soporte Universal
		Cámara de gases

Elaborado por: Gavilanes. D, 2017

#### **4.2. Método**

En la investigación se utilizó el método descriptivo y correlacional que permitió el cumplimiento de los objetivos planteados, detallando características de procesos y objetos que se sometieron a análisis (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010, p.85) mediante la recolección de información primaria mediante entrevistas estructuradas y muestreos en campo de cada productor para analizar sus características. Para conocer el grado de asociación que existe entre dos o más variables se utilizó el método correlacional el cual permite mediante los indicadores ambientales como la huella de carbono, hídrica e informes de laboratorio tanto de suelo, agua, fertilizantes y producto, manifestar una información explicativa de los sucesos dentro de la investigación (Hernandez Sampieri et al., 2010, p.85). No se realiza un diseño experimental como tal, pero si se expone la metodología de las etapas de la investigación.

#### **4.2.1. Fase de campo.**

##### ***4.2.1.1. Muestreo.***

El muestreo de suelo, agua, fertilizantes y producto se realizó bajo la metodología del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la guía para muestreos de suelo del Ministerio del Ambiente de Perú, el manual de muestreo de suelo, plantas y agua tercera edición de Fertilab empresa mexicana.

Para el muestreo de suelo, se realizó un corte en “V” eliminando la suciedad de la capa superficial del suelo y evitando retirar la materia orgánica, se tomaron muestras de 1kg cada una de modo aleatorio para así obtener una muestra compuesta mediante la homogenización en un balde limpio y seco, posteriormente se procedió a tomar tres muestras de suelo de 1kg para ser analizadas en laboratorio (Ver Anexo 1).

Para la toma de muestra de agua de riego, se limpió la tubería por medio de alcohol antiséptico y energía de iniciación, se lavó 3 veces la tubería con agua destilada y se procedió a tomar la muestra en un envase limpio, seco y que anteriormente haya tenido agua en su interior, se recolectó la muestra al tercer intento, posteriormente se tomó el pH y la conductividad eléctrica en campo, se guardó la muestra en el Cooler con hielo para evitar que se pierda la cadena de frío.

Para la toma de muestra de fertilizante sólido, se recolectó en fundas Ziploc previamente etiquetas aproximadamente 1kg de muestra sólida y 1l para fertilizante líquido en botellas limpias para ser llevada al laboratorio (Ver Anexo 1).

Finalmente, para recolectar una muestra de producto se limpió, se dimensionó las partes del fruto y se recolectó en fundas Ziploc y puesta a cadena de frío.

#### ***Georreferenciación (4)***

Dentro de las actividades de muestreo se realizó la georreferenciación por medio del GPS (Global Position System) y el sobrevuelo con el Dron Phantom 3 professional para la toma de ortofotos, procesadas en el software ArcGIS a fin de realizar los mapas temáticos de los cultivos y de la zona de estudio (Ver Anexo 2 y 3).

##### ***4.2.1.2. Inventario.***

El inventario realizado en campo se ejecutó con cada uno de los productores, por medio de entrevistas estructuradas, lo que permitió obtener información específica para realizar los cálculos de los indicadores ambientales.

##### **4.2.2. Fase de laboratorio.**

A continuación, se presente una tabla de los análisis realizados en el laboratorio de química de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito- Campus sur:

**Tabla 5**

*Parámetros analizados en el recurso agua y suelo en la Universidad Politécnica Salesiana*

<b>Parámetro analizado</b>		
<b>Suelo</b>	%Humedad	Materia orgánica
	pH	Textura
	Densidad aparente	Respiración del suelo
<b>Agua</b>	pH	Conductividad
	Alcalinidad	cloruros
	Dureza	

Elaborado por: Gavilanes D, 2017

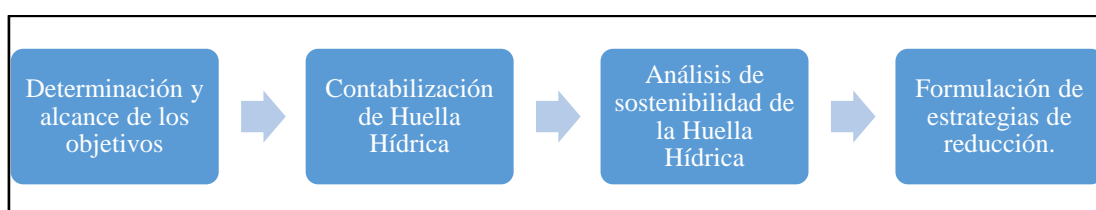
Los resultados se encuentran en los Anexos del 4 al 6.

### 4.2.3. Fase de gabinete.

A continuación, se describen las metodologías para el cálculo de la Huella Hídrica y de Carbono.

#### 4.2.3.1. Cálculo de Huella Hídrica.

Para la determinación de la Huella Hídrica se sigue la siguiente metodología descrita por el Manual de Evaluación de la huella Hídrica con sus siglas en inglés (WFP):



**Figura 1.** Etapas de cálculo para la Huella Hídrica

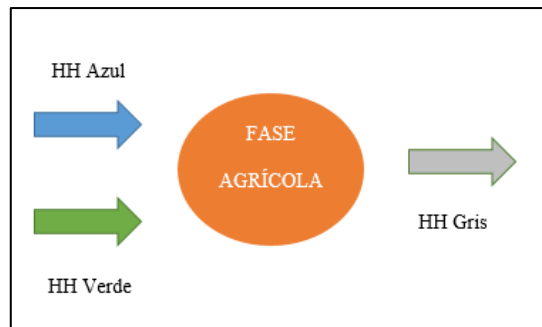
Diagrama del proceso teórico para el cálculo de Huella Hídrica. Tomado de: (Hoekstra et al., 2011).

Donde en este apartado se manifestará únicamente la determinación, alcance de los objetivos y la contabilización de la huella hídrica, ya que el análisis de sostenibilidad de la huella hídrica y formulación de estrategias de reducción se tratará en el siguiente apartado.

##### 4.2.3.1.1. Determinación y alcance de los Objetivos.

La investigación presente tiene como objetivo inicial contabilizar la huella hídrica verde, azul, y gris, de un total 5 productores agroecológicos y 1 productor convencional específicamente de la fase agrícola de la zanahoria en las parroquias La Esperanza y Tabacundo del cantón Pedro Moncayo. A continuación, se presenta un esquema en el cual se indica que el agua representada por huella azul y verde son

aquellas que ingresan al cultivo y el agua de huella hídrica gris es aquella que sale del cultivo.



**Figura 2.** Esquema de Sumatoria de Huellas para obtener la HH Total

El diagrama representa la sumatoria de huellas dentro de la fase agrícola. Elaborado por: Gavilanes M (2017).

#### 4.2.3.1.2. Contabilización de huella hídrica.

Para la contabilización de la huella hídrica verde y azul se utiliza el programa Cropwap 8.0 desarrollado por la FAO, y para el cálculo de la huella hídrica gris se utiliza hojas de Excel con las fórmulas que indica en el manual de The Water Footprint Assessment Manual.

Uno de los parámetros a calcular es la evapotranspiración de cultivo  $ET_c$  y precipitación efectiva ( $P_{efec}$ ,  $mm$ ) donde se utilizan datos meteorológicos de la estación Tomalón-Tabacundo obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAHMI), donde se analizan 12 años de medición entre los años 2005 y 2016 de los factores heliofanía media mensual (horas), temperatura del aire mensual ( $^{\circ}C$ ), humedad relativa media mensual (%), velocidad del viento ( $m/s$ ) y precipitación media mensual (mm).

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia  $ET_0$  los datos meteorológicos de temperatura del aire mensual ( $^{\circ}C$ ), humedad relativa media mensual



(%), velocidad del viento ( $m/s$ ), insolación (horas), son transferidos al Cropwat 8.0 donde se aplica la fórmula del método de Penman-Monteith (Allen, Pereira, Raes, Smith, & FAO, 2006) como se puede visualizar en el Anexo #. Con respecto al cálculo de la precipitación efectiva ( $P_{efec}$ ,  $mm$ ) se ingresa al Cropwat 8.0 la precipitación media mensual ( $mm$ ) bajo la fórmula de FAO/AGLW, como se muestra en el Anexo #. Este procedimiento se realizó para cada los 12 años de estudio y para los 5 productores agroecológicos y 1 productor convencional.

Para los datos de tipo de cultivo que requiere el Cropwat 8.0, (Anexo #) se ingresa la fecha de siembra, el número de días por fase del cultivo, rendimiento productivo ( $K_y$ ), profundidad radicular ( $m$ ), altura del cultivo ( $m$ ) y los valores de  $K_c$  inicial, medio y final los cuales son valores adimensional que “varía principalmente en función de las características particulares del cultivo, variando solo en una pequeña proporción en función del clima, lo que permite la transferencia de valores estándar del coeficiente del cultivo”(FAO, 2006) del cuadro nro. 12 del manual 056 de la FAO al Cropwat 8.0, a continuación se presenta la tabla:

**Tabla 6**  
*Valores de  $K_c$  para el cultivo de zanahoria.*

<b>Cultivo</b>	<b><math>K_c</math> inicial</b>	<b><math>K_c</math> media</b>	<b><math>K_c</math> final</b>	<b>Altura Max cultivo (m)</b>
Zanahoria	0.7	1.05	0.95	0.3

Fuente: (FAO, 2006, p.110).

Dentro de los parámetros solicitados por Cropwat 8.0 son los datos del tipo de suelo, los cuales son parte del procesamiento interno del software y son colocados automáticamente en el recuadro basado en el tipo de suelo que se obtuvo en campo, la información consiste en la humedad de suelo disponible total ( $mm/metro$ ), tasa máxima de infiltración de la precipitación ( $mm/día$ ), profundidad radicular máxima

(*cm*), agotamiento inicial de humedad de suelo (%), humedad de suelo inicialmente disponible (*mm/metro*).

Como parte final del cálculo, el Requerimiento de Agua del Cultivo (RAC) indica el volumen de agua necesaria para compensar la pérdida de  $ET_c$  en estudio, a partir de esto se estima la evapotranspiración verde y azul para los 5 productores de zanahoria agroecológicos (Eugenia & Bolaños, 2011).

Por lo tanto, para obtener el RAC de HH verde se obtiene de la precipitación efectiva y el RAC de HH azul, proviene del valor proviene del requerimiento de riego del cultivo y finalmente se multiplica por 10 ya que se considera que 1 *mm/día* es equivalente a  $m^3/ha * día$  (Hoekstra et al., 2011) para para obtener la conversión de unidades a ( $m^3/ha$ ) y dividir para producción final y obtener el valor de las huellas en las unidades de ( $m^3/kg$  de producto) que es unidad funcional de la investigación. A continuación, se presentan las ecuaciones para el cálculo de la huella verde y azul:

$$HH\ verde = \frac{RAC\ verde}{y} \left( \frac{m^3}{ton} \right) \quad (1)$$

$$HH\ azul = \frac{RAC\ azul}{y} \left( \frac{m^3}{ton} \right) \quad (2)$$

Donde: *RAC* es el requerimiento de agua de cultivos, tanto verde como azul, y la cual se divide con rendimiento productivo (*y*, ton/ha).

Para el cálculo de la Huella Hídrica gris (HH gris) se toma en cuenta al cultivo convencional, ya que se considera los fertilizantes que poseen elementos químicos sintéticos, principalmente aquellos que tenga el elemento Nitrógeno (Zarate & Kuiper, 2013), la información es obtenida a partir de entrevistas estructuras a cada productor en los meses de Julio y agosto del año 2017. Para lo cual de una población de 150 productores agroecológicos y se seleccionó como muestra a 5 productores que tenían zanahoria en su etapa final, finalmente se seleccionó a 1 productor de cultivo convencional de zanahoria ya que dentro de la zona de estudio era el único productor de zanahoria a gran escala que nos permitió seguir con la investigación, por tal razón se determinó que la unidad funcional es el kilogramo de producto.

Para el cálculo de huella gris se debe realizar la sumatoria de la huella de cada fertilizante para obtener la HH gris agrícola. En la siguiente tabla se manifiesta los fertilizantes ocupados:

**Tabla 7**  
*Fertilizantes ocupados por el cultivo convencional*

<b>Nombre del Producto</b>	<b>Función</b>	<b>Cantidad colocada en parcela (Kg/parcela)</b>
Nitrato de Calcio	Fertilizante	0.133
Fosfato monoamónico	Fertilizante	0.067
Nitrato de potasio	Fertilizante	0.066

Fuente: Gavilanes D. (2017).

Debido a que en la tabla nro. 7 de parámetros de calidad de agua para riego únicamente de la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes del recurso agua expresa únicamente el valor de concentración máxima de Nitrógeno, solo se toma en cuenta este parámetro como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla 8**  
*Parámetros de niveles de calidad de agua para el riego*

Problema potencial	Unidades	Grado de restricción		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Nitrógeno	mg/l	5,0	5,0 – 30,0	>30

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2014)

Por lo tanto, se aplica la fórmula obtenida del manual de la FAO 0.56:

$$HH\ gris = \frac{(\alpha + AR) / C_{max} - C_{nat}}{Y} \left( \frac{m^3}{ton} \right) \quad (3)$$

Finalmente, para el cálculo de la Huella Hídrica agrícola total, se suman las tres huellas obtenidas anteriormente. En el caso de los cultivos agroecológicos únicamente se sumarán la HH verde y HH azul, ya que no utiliza fertilizantes sintéticos y por ende el valor de la HH gris es cero; caso contrario con el cultivo convencional en el cual si se suma el valor de la HH gris conjunto con las otras dos huellas. A continuación, se presenta la ecuación para la realización del cálculo

$$Huella\ Hídrica\ agrícola\ Total = HH\ Azul + HH\ Verde + HH\ Gris \left( \frac{l}{kg\ pd} \right) \quad (4)$$

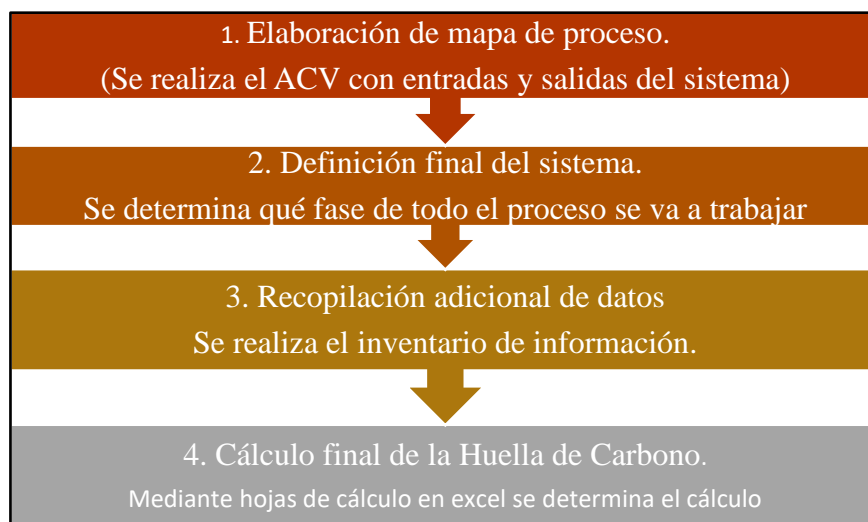
Los resultados se encuentran en los Anexos del 7 al 9.

#### **4.2.3.2. Cálculo de Huella de Carbono (4)**

La metodología utilizada para la estimación de huella de Carbono es la PAS 2050 del Reino Unido, la cual se emplea para la obtención de la huella de Carbono de un producto en específico (FOESA, 2013), así mismo se hace referencia a la ISO 14067.

En cuanto a la estimación y generación de informes sobre los inventarios de emisiones y absorciones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) se toma

el manual de IPCC 2006, el cual expresa directrices para el cálculo de los mismo(IPCC, 2006b). La información de la investigación es obtenida de forma primaria con visitas a campo comprendidas entre los meses de junio y noviembre del 2017 e información secundaria obtenida mediante bibliografía académica. En la metodología menciona PAS 2050 (citada por (FOESA, 2013) explica el siguiente procedimiento:

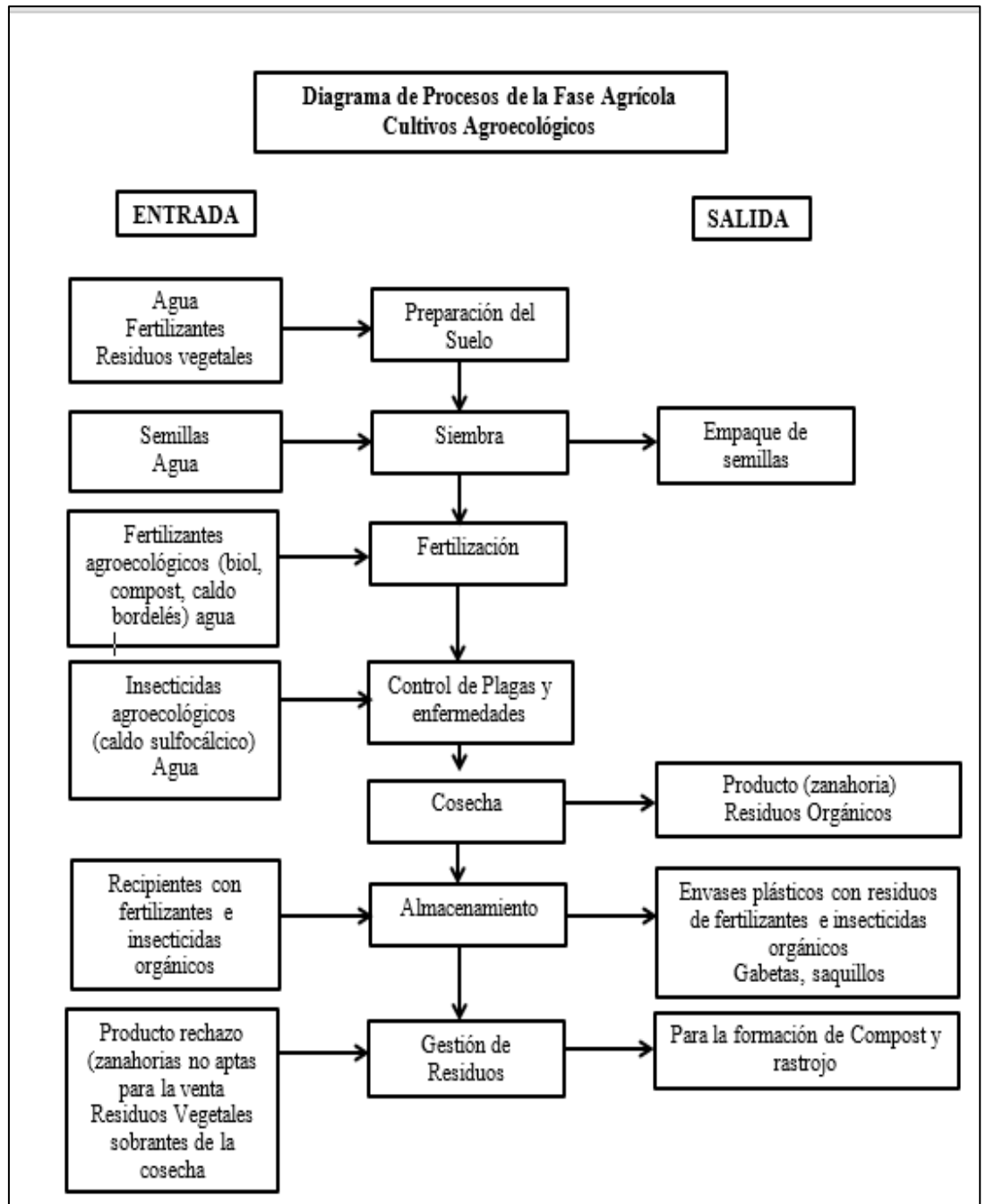


**Figura 3.** Diagrama para realizar la Huella de Carbono

Pasos a seguir para el cálculo de la huella de Carbono. Fuente: FOESA, 2013

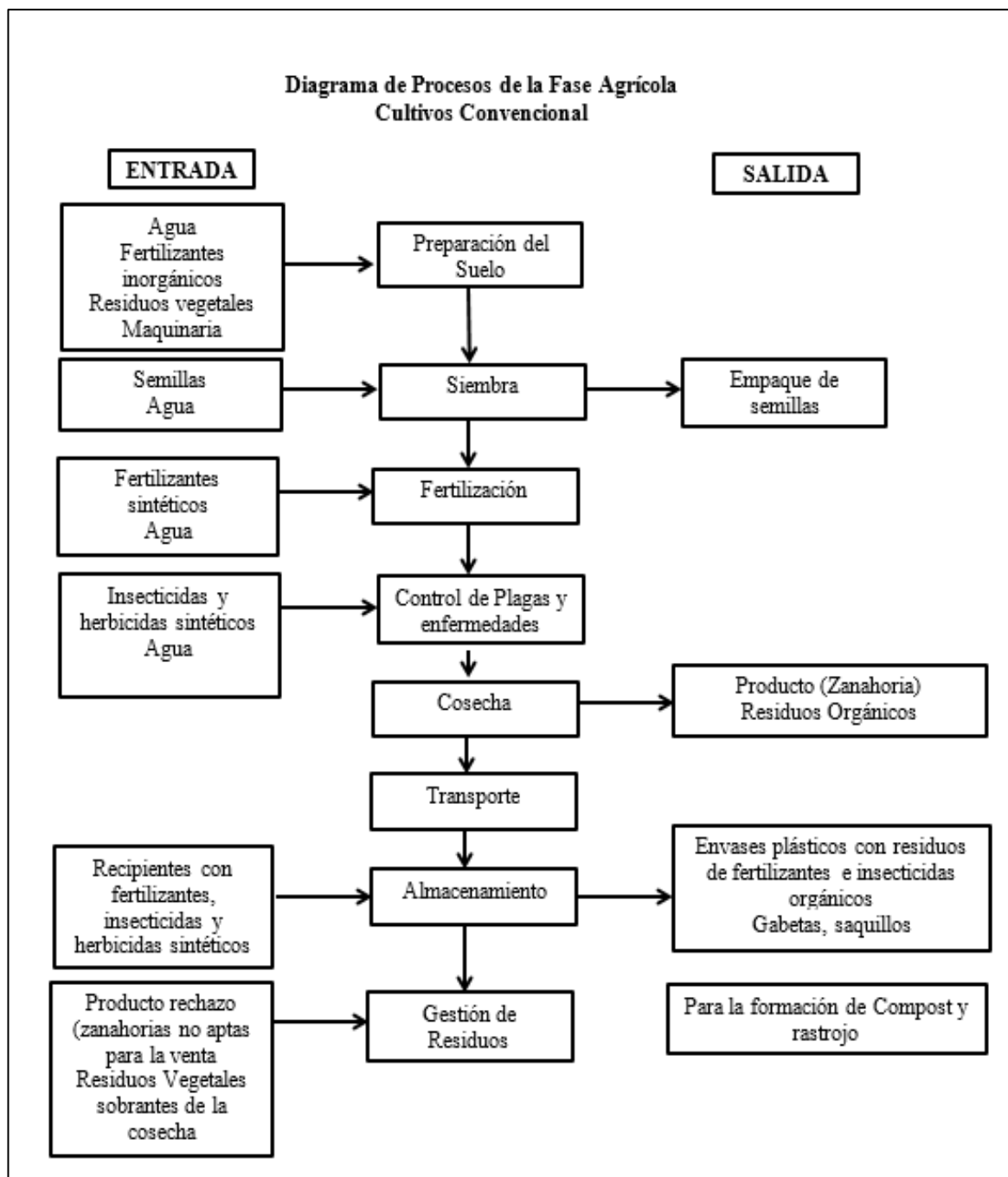
#### 4.2.3.2.1. Diagrama de Procesos.

Para cumplir con la metodología se presenta a continuación los diagramas de flujo en general del cultivo convencional y agroecológico:



**Figura 4.** Diagrama de flujo de cultivo agroecológico

Diagrama de flujo de la fase agrícola del cultivo de zanahoria. Fuente: Denisse Gavilanes Morales.

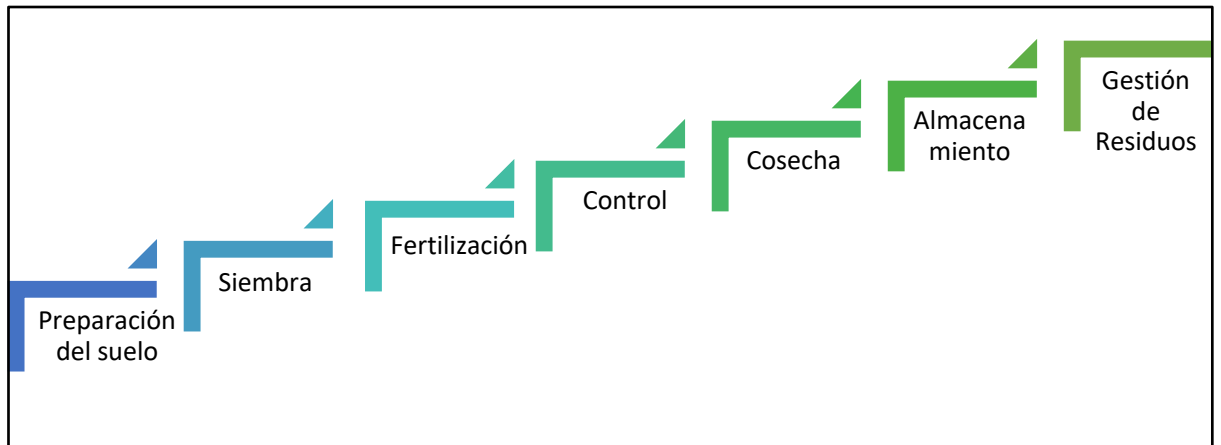


**Figura 5.** Diagrama de flujo de cultivo convencional

Diagrama de flujo de la fase agrícola del cultivo de zanahoria Fuente: Gavilanes. D, 2017

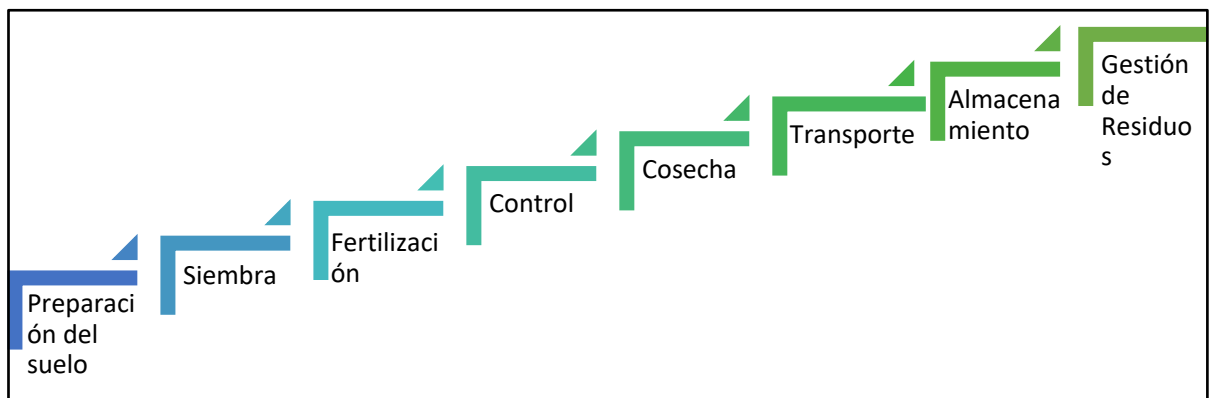
#### 4.2.3.2.2. Definición final del sistema.

Se define el sistema de acuerdo al cultivo en el cual se va a trabajar, especificando, que se trabajó únicamente en la fase agrícola del cultivo agroecológico y convencional, los cuales poseen las siguientes etapas respectivamente:



**Figura 6.** Definición del sistema agroecológico.

Elaborado por: Gavilanes .D, 2017



**Figura 7.** Definición del sistema convencional

Elaborado por: Gavilanes .D, 2017



#### 4.2.3.2.3. Recopilación de Información.

La recopilación de información se realizó con visitas en campo, entrevistas estructuradas, análisis de muestras de suelo y fertilizantes para la determinación de parámetros necesarios para el cálculo de la huella, la descripción de la población y muestra tomada se establece en la página 22 del presente trabajo

#### 4.2.3.2.4. Cálculo de la Huella de Carbono.

Para el cálculo de la huella de Carbono se trabajó con la siguiente ecuación general:

$$kgCO_2 eq = \text{Cálculo de actividad} * \text{factor de emisión} * GWP \quad (5)$$

Fuente: (WRI & WBSCSD, 2011)

Por lo tanto, se procedió a calcular los componentes de la huella de carbono para un cultivo agroecológico

- Estimación de Gases de Efecto Invernadero por emisiones directas de  $N_2O$

Para la metodología se estiman las emisiones de  $N_2O$  utilizando agregados netos de N a los suelos inducidos por el hombre por ejemplo el uso de fertilizantes sintéticos u orgánicos, depósito de estiércol, residuos agrícolas, barros cloacales (IPCC, 2006b). Para lo cual se utiliza la fórmula 11.1 del (IPCC, 2006c):

$$N_2O_{directas} - N = N_2O_{aportes} - N \quad (6)$$

Donde  $N_2O_{aportes} - N$  son las “emisiones directas anuales  $N_2O - N$  de nitrógeno a suelos gestionados en  $kg N_2O - N \text{ año}^{-1}$ ” (IPCC, 2006b, p.11.7) y posee los siguiente elementos dentro de la ecuación:

$$N_2O_{aportes} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1 \quad (7)$$

En cuya ecuación el valor de  $F_{SN}$  son los  $kg N año^{-1}$  de fertilizantes sintético aplicado al cultivo,  $F_{ON}$  son los  $kg N año^{-1}$  de estiércol animal, compost, lodos cloacales,  $F_{CR}$  son los  $kg N año^{-1}$  de residuos orgánicos que regresan al suelo,  $F_{SOM}$  son los  $kg N año^{-1}$  de suelo mineralizados por la pérdida de carbono por el cambio de uso de suelo, y  $EF_1$  es el factor de emisión que permite cambiar de unidades a  $kg N_2O - N$  el cual se encuentra en el cuadro nro. 11.1 del (IPCC, 2006b, p.11.11) .

**Tabla 9**

*Factor de emisión por defecto para estimar las emisiones directas de  $N_2O$*

Factor de emisión	Valor por defecto	Rango por incertidumbre
$EF_1$ para aportes de nitrógeno de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas y nitrógeno mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo [ $kg N_2O - N (kg N^{-1})$ ]	0,01	0,003 – 0,03

Fuente: (IPCC, 2006b, p.11.11)

Por lo tanto de acuerdo a la investigación realizada en campo a cada uno de los productores los valores de  $F_{SN}$  es nulo ya que los cultivos agroecológicos no utilizan fertilizantes químicos inorgánicos, el valor de  $F_{CR}$  también es nulo ya que su valor se contabilizada en el componente  $F_{ON}$  y  $F_{SOM}$  de igual forma es cero, ya que no se ha cambiado el uso de suelo. Por lo tanto, la ecuación se resume en:

$$N_2O_{aportes} - N = (F_{ON}) * EF_1 \quad (8)$$

Fuente: (IPCC, 2006c)

Donde  $F_{ON}$  contiene los siguientes elementos:

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA} \quad (9)$$

Fuente: (IPCC, 2006c)

Cuyo valor de cada elemento corresponde a  $F_{AM}$  los  $kg N año^{-1}$  de estiércol animal aplicada a los suelos,  $F_{SEW}$  como los  $kg N año^{-1}$  de barros cloacales,  $F_{COMP}$

como los  $kg N \text{ año}^{-1}$  de compost aplicada a los suelos y  $F_{OOA}$  como los  $kg N \text{ año}^{-1}$  de abonos orgánicos utilizados como fertilizantes. Por lo tanto, los valores de  $F_{AM}$  y finalmente  $F_{SEW}$  es ero debido a que el estiércol y el barro cloacal no se coloca directamente en el suelo del cultivo, concluyendo la ecuación final se presenta así:

$$N_2O_{directas} = (F_{COMP} + F_{OOA}) * EF_1 \quad (10)$$

Fuente: (IPCC, 2006c)

Y para obtener la conversión de unidades de  $N_2O_{directas}$  a  $kg N_2O$  se utiliza la siguiente relación:

$$kg N_2O = N_2O_{directas} * \frac{44}{28} \quad (11)$$

Fuente: (IPCC, 2006c)

- Estimación de Gases de Efecto Invernadero por emisiones indirectas de  $N_2O$

El origen de la emisión indirecta de gases de efecto invernadero se debe a “la volatilización de N como  $NH_3$  y óxidos de N ( $NO_x$ ), y la deposición de estos gases y de sus productos  $NH_4$ ” (IPCC, 2006b, capítulo .11). Su cálculo consiste en la siguiente ecuación:

$$N_2O_{ATD} - N = [(F_{ON} * Frac_{GASM})] * EF_4 \quad (12)$$

Donde  $N_2O_{ATD} - N$  son los  $kg N_2O - N \text{ año}^{-1}$  “producidos por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados” (IPCC, 2006c),  $F_{ON}$  son los  $kg N \text{ año}^{-1}$  de “estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos” (IPCC, 2006c), por lo tanto se toma en cuenta  $F_{ON}$ ,  $Frac_{GASM}$  es “la fracción materiales fertilizantes de N orgánico que se

volatiliza” (IPCC, 2006c), y  $EF_4$  “es el factor de emisión correspondiente a las emisiones de  $N_2O$  de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N– $N_2O$  (kg  $NH_3$ –N +  $NO_x$ –N volatilizado)-1]” (IPCC, 2006c),

**Tabla 10**

*Factor de emisión volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de  $N_2O$*

Factor de emisión	Valor por defecto	Rango por incertidumbre
$EF_4$ [volatilización y re-deposición de N], $kg N_2O - N (kg NH_3 - N + NO_x - N volatilizado^{-1})$	0,010	0,002 – 0,05
$Frac_{GASM}$ [volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo ( $kg NH_3 - N + NO_x - N^{-1}$ )	0,20	0,05 - 0,5

Fuente: (IPCC, 2006c) Cuadro 11.3

- Emisiones fertilizantes de producción utilizados en el cultivo de zanahoria.

En este apartado se realizó el cálculo de la sumatoria de fertilizantes que ingresan al cultivo y se estima las emisiones de gases de efecto invernadero que emiten al ambiente por medio de la siguiente ecuación:

$$kg CO_{2EQ}/ha = Cantidad\ de\ fertilizantes\ ocupado * Factor\ de\ emisión \quad (13)$$

Fuente: (BIOGRACE, 2011)

Los valores de los factores de emisión de los fertilizantes utilizados se encuentra en el listado de Biograces cuya organización “pretende armonizar los valores” para obtener los mismos valores a nivel mundial (BIOGRACE, 2011), por lo que se presenta en la siguiente tabla los valores de los factores:

**Tabla 11**  
*Factor de emisión para fertilizantes*

<b>Fertilizantes</b>	<b>Factor de emisión <i>kg CO<sub>2</sub>eq /g</i></b>
Fertilizantes nitrogenados	5,8806
Fertilizante fosfatado	1,0107
Fertilizante potásico	0,576

Fuente: (BIOGRACE, 2011, p.5)

- Estimación de Gases de Efecto Invernadero por la emisión de *kg CO<sub>2</sub>eq /g* de la semilla del cultivo de zanahoria.

Los valores de *kg CO<sub>2</sub>eq /g* de la semilla de zanahoria no se encontraron en la bibliografía, por lo que no se asume de ninguna otra planta, ya que la plantas que tienen el valor de *kg CO<sub>2</sub>eq /g* no poseen características físicas similares al producto en estudio.

- Estimación de GEI por combustión

Para este apartado se tomó en cuenta el capítulo tres del manual de IPCC el de combustión móvil de transporte pesado y terrestre, al igual que se considera al diésel y gasolina como los combustibles de uso, ya que eso se visualizó en campo, por lo tanto la ecuación general que se necesita para el cálculo es la siguiente:

$$Emisión = \Sigma [Combustible_a * EF_a] \quad (14)$$

Fuente: (IPCC, 2006a)

Donde:

Emisión tiene como significado los (kg) de las emisiones de  $CO_2$  emitadas al ambiente,  $Combustible_a$  como el combustible vendido en (TJ) y  $EF_a$  como el factor de emisión en  $kg/TJ$ . Por lo que se necesita el valor de la densidad tanto del diésel como la gasolina ya que los productores mencionan los valores en volumen y es necesario conseguir la masa por lo que se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 12**  
*Densidad de diésel y gasolina*

Combustible	Densidad $kg/m^3$
Diésel	832
Gasolina	745

Fuente: (BIOGRACE, 2011)

Se procedió a realizar el cálculo con los respectivos factores de conversión en la ecuación nro. 1. En el caso de que se haya ocupado diésel y la ecuación nro.2 cuando se haya ocupado gasolina:

$$\left[ \frac{\text{litro}}{1} * \frac{0,264172 \text{ galón}}{1 \text{ l}} * \frac{0,0037854 \text{ m}^3}{1 \text{ galón}} * \frac{832 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ Gg}}{1000000 \text{ kg}} * \frac{44,3 \text{ TJ}}{1 \text{ Gg}} * \frac{1000 \text{ Gg}}{1 \text{ TJ}} \right]$$

(15)

$$\left[ \frac{\text{litro}}{1} * \frac{0,264172 \text{ galón}}{1 \text{ l}} * \frac{0,0037854 \text{ m}^3}{1 \text{ galón}} * \frac{745 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ Gg}}{1000000 \text{ kg}} * \frac{44,3 \text{ TJ}}{1 \text{ Gg}} * \frac{1000 \text{ Gg}}{1 \text{ TJ}} \right]$$

(16)

Elaborado por: Gavilanes. D

De igual forma, para obtener los valores en función de TJ se multiplicar los Giga-gramos (Gg) de gasolina a diésel con los Valores Calóricos Netos (VCN) que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 13***Valores Calóricos Netos (VCN) de diésel y gasolina*

Tipo de combustible	VCN TJ/Gg	Inferior	Superior
Diésel	44,3	42,5	44,8
Gasolina	43	41,4	43,3

Fuente: (IPCC, 2006a)

Por lo tanto, la ecuación se resume en:

$$VCN TJ = Gg \text{ de combustible} * Ef \text{ de cada gas} \quad (17)$$

Después de tener  $VCN TJ$  se procede a calcular los factores de emisión de maquinaria de los tres elementos en estudio que son el  $CO_2$  (kg/TJ),  $NO_2$  (kg/TJ) y  $CH_4$  (kg/TJ) en la siguiente tabla:

**Tabla 14***Factores de emisión por defecto para maquinaria todo terreno*

	Factor de emisión		
	$CO_2$ (kg/TJ)	$NO_2$ (kg/TJ)	$CH_4$ (kg/TJ)
Fuente todo terreno	741000	4,15	28,6

Fuente: (IPCC, 2006, p.3.36)

$$CO_2 (kg) = VCN TJ * 741000 \quad (18)$$

$$NO_2 (kg) = VCN TJ * 4,15 \quad (19)$$

$$CH_4 (kg) = VCN TJ * 28,6 \quad (20)$$

Seguidamente se multiplicó los kg de  $CO_2$ ,  $NO_2$  y  $CH_4$  son sus respectivas equivalencias que se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 15**  
*Potencial de calentamiento global (GWP)*

Nombre del compuesto	Elemento	GWP para un horizonte temporal de 100 años
Dióxido de carbono	$CO_2$	1 $CO_2 eq$
Metano	$CH_4$	25 $CO_2 eq$
Óxido Nitroso	$NO_2$	298 $CO_2 eq$

Fuente: (IPCC, 2006, p.3.36)

Finalmente se multiplicó por el potencial de calentamiento global para obtener los  $kg CO_2 eq$  emitidos a la atmósfera por la combustión de fuentes móviles y se suma el resultado de las ecuaciones para obtener un valor completo, obteniéndose las siguientes ecuaciones:

$$kg CO_2 eq = CO_2 (kg) * 1 \quad (21)$$

$$kg CO_2 eq = NO_2 (kg) * 298 \quad (22)$$

$$kg CO_2 eq = CH_4 (kg) * 25 \quad (23)$$

$$kg CO_2 eq TOTAL = CO_2 (kg) * 1 + NO_2 (kg) * 298 + CH_4 (kg) * 25 \quad (24)$$

Para calcular la huella de carbono del cultivo convencional en el estudio se utilizó las mismas ecuaciones de combustión de fuentes móviles, variando únicamente el tipo de vehículo y gasolina que utiliza el productor. Las ecuaciones de emisiones directas e indirectas de  $NO_2$  varían de acuerdo a los parámetros determinados en campo.

- Estimación de Gases de Efecto Invernadero por emisiones directas de  $N_2O$

Partiendo de la ecuación general, la ecuación en estudio es:

$$N_2O_{directas} - N = N_2O_{aportes} - N \quad (25)$$

Fuente: (IPCC, 2006c)



Donde  $N_2O_{aportes} - N$  posee los siguientes elementos dentro de la ecuación:

$$N_2O_{aportes} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1 \quad (26)$$

En cuya ecuación el valor de  $F_{SN}$  son los  $kg N \text{ año}^{-1}$  de fertilizantes sintético aplicado al cultivo (IPCC, 2006b, p.11.11 ).

Por lo tanto, la ecuación contiene ambos elementos debido a que en el cultivo convencional utiliza fertilizantes sintéticos y un fertilizante orgánico, por lo tanto la ecuación se resumen en:

$$N_2O_{aportes} - N = (F_{SN} + F_{ON}) * EF_1 \quad (27)$$

Fuente: (IPCC, 2006b, p.11.11 )

- Estimación de Gases de Efecto Invernadero por emisiones directas de  $N_2O$

Su cálculo consiste en la siguiente ecuación:

$$N_2O_{ATD} - N = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{ON} * Frac_{GASM})] * EF_4 \quad (28)$$

Donde  $N_2O_{ATD} - N$  son los  $kg N_2O - N \text{ año}^{-1}$  “producidos por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados” (IPCC, 2006c),  $F_{SN}$  son los  $kg N \text{ año}^{-1}$  de fertilizante sintético aplicado al suelo,  $Frac_{GASF}$  es la fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como  $NH_3$  y  $NO_x$ ,  $kg N$  volatilizado (IPCC, 2006c),

**Tabla 16**

*Factor de emisión volatilización y lixiviación por defecto para emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O*

<b>Factor de emisión</b>	<b>Valor por defecto</b>	<b>Rango por incertidumbre</b>
$EF_4$ [volatilización y re-deposición de N], $kg N_2O - N (kg NH_3 - N + NO_x - N volatilizado^{-1})$	0,010	0,002 – 0,05
$Frac_{GASF}$ [Volatilización De fertilizantes sintético], $(kg NH_3 - N + NO_x - N^{-1})(kg N aplicado^{-1})$	0,10	0,03 - 0,3

Fuente: (IPCC, 2006c)

- Respiración del suelo

Para la obtención de la respiración del suelo se utiliza el método alcalino (WITKAMP)

el cual trabaja con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 & [CO]_2 (mg [CO]_2 * 100g * 10 [días]^{-1}) = \\
 & (factor\ de\ anaranjado\ de\ metilo - Vgasto\ de\ fenoaltaleína) * \\
 & (Na(OH)factor * HCL\ factor * 2,2 * factor\ de\ humedad) \\
 & (29)
 \end{aligned}$$

Finalmente, para obtener el valor de  $kg CO_2eq$  en la unidad funcional en la que se trabajó kilogramos de producto se procede a sumar todos los componentes y ejecutar la siguiente relación:

$$Emisiones\ de\ GEI = \frac{kg\ CO_2eq}{kg\ de\ zanahoria\ producida} \quad (30)$$

Los cálculos correspondientes se encuentran en el Anexo del 10 al 14.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las fases de la investigación:

### 5.1. Fase de campo

**Tabla 17**

*Información primaria de Productores Agroecológicos y Convencional*

Productores	Área m2	Parroquia	Rendimiento Kg/m2	Tipo de Cultivo
P1	92.97	Esperanza	22	Orgánico
P2	15.64	Tabacundo	10	Orgánico
P3	11.2	Tabacundo	21	Orgánico
P4	60	Tabacundo	25	Orgánico
P5	9	Esperanza	8	Orgánico
P6	176.25	Esperanza	0.61	Convencional

Nota: Los productores (P1, P2, P3, P4, P5) son agroecológicos y P6 es el productor convencional.  
Elaborado por: Gavilanes. D, 2017

Los resultados expuestos son los obtenidos en campo en las visitas realizadas a cada uno de los productores en los meses de agosto y septiembre del año 2017.

Dentro del trabajo en campo se presenta los mapas dinámicos obtenidos mediante Dron Phantom Professional

### 5.2. Fase de laboratorio

#### 5.2.1. Suelo

Se presentan los resultados de las muestras enviadas a los laboratorios externos Agrocalidad y Labolab Ltda.

**Tabla 18**

*Resultados de laboratorio: Parámetros físicos y químicos de suelo de los 6 productores de zanahoria.*

Parámetros	Agroecológicos					Convencional
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
pH	7,77	7,68	6,87	7,18	7,72	7,03
Materia orgánica (%)	3,82	2,73	3,79	3,13	3,66	2,42
Nitrógeno (%)	0,19	0,14	0,19	0,16	0,18	0,12
Fósforo (mg/kg)	341,3	290,4	419,3	288,9	239,7	175,8
Potasio (cmol/kg)	1,46	1,77	1,54	2,36	1,65	1,11
Conductividad eléctrica (ds/m)	0,317	0,299	0,524	0,311	0,239	0,246
CIC (cmol/kg)	11,64	11,47	13,59	11,26	13,33	11,83
Humedad (%)	19,61	18,31	32,23	29,67	23,08	18,09
Arena (%)	76	58	64	62	58	56
Limo	16	30	24	28	30	30
Arcilla (%)	8	12	12	10	12	14
Clase textural	FA	FA	FA	FA	FA	FA

Nota: CIC corresponde a la Capacidad de Intercambio Catiónico, FA corresponde a Franco Arenoso. Resultados obtenidos de Laboratorio Agrocalidad. Anexo 15. Elaborado por: D. Gavilanes, 2017

Dentro de los parámetros de calidad del TULSMA libro sexto de Calidad ambiental en el anexo nro.2 de la Norma de calidad ambiental del recurso suelo, expresa que la calidad ambiental en cuanto al pH y conductividad eléctrica se estima entre 6 – 8 y entre 2 mmhos/cm, por lo tanto, todos los cultivos se encuentran dentro de los parámetros aptos de calidad de suelo. Para el parámetro de materia orgánica el cual es un “indicador de la estabilidad de la estructura del suelo y de la disponibilidad de nutrientes para las plantas”(MAGAP, 2016). Según (Molina, 2013) “Los suelos con menos de 2% de materia orgánica tienen bajo contenido, y de 2 a 5% es un contenido medio, siendo deseable que el valor sea superior a 5%” (p.8).

Así pues al realizar un promedio de los cultivos agroecológicos se obtiene que el porcentaje de materia orgánica es 3,43% superando notablemente al cultivo convencional, así mismo los niveles de nitrógeno, fosforo y potasio de los cultivos agroecológicos son altos en comparación con el cultivo convencional, ya que la pérdida de fertilidad del suelo se refleja por la cantidad de materia orgánica la cual se ve alterada por el uso de fertilizantes sintéticos los cuales “no son un sustituto perfecto que garantice la buena salubridad del terreno debido a que no aportan materia orgánica, al igual que la microbiota es reducida con respecto al conjunto de la materia orgánica presente en el suelo”(Sinergia, 2006).

**Tabla 19**

*Resumen de resultados de pesticidas en fertilizantes orgánicos utilizados en suelo de los productores de zanahoria*

Parámetros	Agroecológicos					Convencional
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Organoclorados	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Organofosforados	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretroides	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretrinas	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Ditiocarbamatos	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Nota: NC corresponde a: No Contiene pesticidas y SC corresponde a: Si contiene pesticidas.  
Elaborado por: D. Gavilanes, 2017

Como se observa en la tabla nro. 19 los fertilizantes analizados ocupados en el suelo de los 6 productores, no contienen pesticidas tanto en el cultivo convencional como agroecológico (Anexo 16).

### 5.2.2. Agua

Las muestras de agua enviadas a los laboratorios externos son muestras de afluentes de agua de riego que cada productor coloca a su cultivo. A continuación, se presentan los resultados en las siguientes tablas:

**Tabla 20**

*Resultados de laboratorio de parámetros físicos y químicos de muestras de agua de cada productor*

Parámetros	Agroecológicos					Convencional
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
pH	8,44	7,59	7,86	8,87	7,95	8,80
Conductividad eléctrica (ds/m)	0,153	0,169	0,182	0,146	0,191	0,168
Alcalinidad total (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	77,00	68,00	89,00	83,00	85,00	89,00
Carbonatos (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	6,00	-	-	14,00	6,00	24,00
Bicarbonatos (mgCaCO <sub>3</sub> /l)	71,00	68,00	89,00	69,00	79,00	65,00
Cloruros (meq/l)	0,317	0,49	0,36	0,37	0,50	0,32
Sodio (mg/l)	6,51	7,11	7,16	6,48	8,17	9,86
Potasio (mg/l)	2,69	1,88	3,10	2,89	2,69	3,30
Calcio (mg/l)	17,39	13,94	21,82	15,14	20,37	18,38
Magnesio (mg/l)	5,09	3,54	5,84	5,51	7,38	7,22
Cobre (mg/l)	<0,49	<0,49	<0,49	<0,49	<0,49	<0,49
Hierro (mg/l)	0,47	<0,44	<0,44	<0,44	<0,44	<0,44
Manganeso (mg/l)	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48	<0,48
Zinc (mg/l)	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Sólidos totales (mg/l)	109,00	150,00	110,00	74,00	157,00	100

Nota: Resultados obtenidos de Laboratorio Agrocalidad. Elaborado por: D. Gavilanes, 2017

**Tabla 21***Resultados de laboratorio de pesticidas en muestra de agua de cada productor*

Parámetros	Agroecológicos					Convencional
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Organoclorados	SC	NC	NC	NC	NC	NC
Organofosforados	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretroides	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretrinas	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Ditiocarbamatos	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Nota: NC corresponde a No Contiene pesticidas y SC corresponde a Si Contiene pesticidas. Elaborado por: D. Gavilanes, 2017

Como se muestra en la tabla, la única anomalía se presenta en la muestra de agua del productor nro.1 (P1) del cultivo agroecológico en la cual se expone la presencia de organoclorados  $\alpha$  – HCH y HCB en una concentración de 0,00002 mg/l (Anexo 17), lo que implica que el agua tiene plaguicidas utilizados para el tratamiento de semillas para el control de hongos, estos valores son emitidos debido a que en la proximidad del terreno del productor P1, se encuentra florícolas que eliminan el agua inservible por un cana cercano al canal de captación de riego del P1, y por lo tanto existe una contaminación mínima pero que se ha registrado en el análisis de laboratorio y necesita ser atendida .

### 5.2.3. Producto

A continuación, se presentan los resultados de pesticidas el producto (zanahoria) de los 6 productores en estudio.

**Tabla 22**

*Resultados de pesticidas en la muestra de zanahoria de cada productor*

Parámetros	Agroecológicos					Convencional
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Organoclorados	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Organofosforados	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretroides	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Piretrinas	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Ditiocarbamatos	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Nota: NC corresponde a No Contiene pesticidas y SC corresponde a Si Contiene pesticidas. Elaborado por: D. Gavilanes, 2017

En la tabla resumen se determina que no existe presencia de pesticidas en el producto de zanahoria, a pesar que en la discusión de la tabla nro. 21 para el P1 se determinó que existía presencia de  $\alpha$  - HCH y HCB. Esto se debe a que el suelo actúa como sumidero que filtra o transforma los contaminantes que ingresan al cultivo, en conjunto con la microbiota que descompone, absorbe y degrada a los contaminantes (Sinergia, 2006).



#### 5.2.4. Huella hídrica

Se presenta a continuación los resultados obtenidos del cálculo de huella hídrica con sus tres componentes:

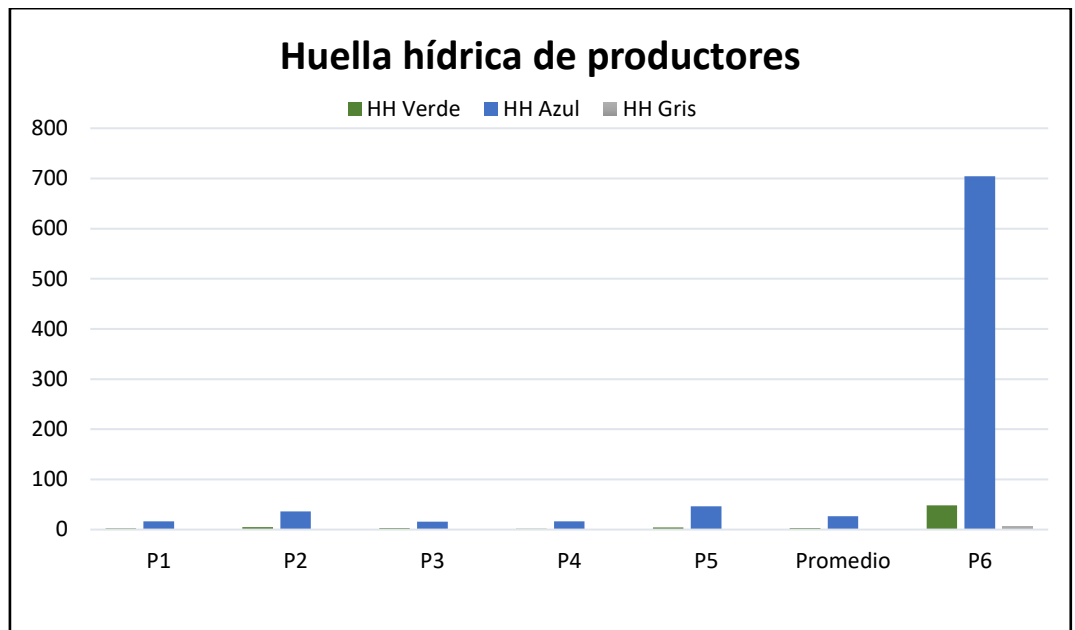
**Tabla 23**

*Resultados de la Huella hídrica de los productores en estudio*

<b>Productores</b>	<b>HH Verde</b>	<b>HH Azul</b>	<b>HH Gris</b>	<b>HH Total</b>
	<i>l/kg</i>	<i>l/kg</i>	<i>l/kg</i>	<i>l/kg</i>
<b>P1</b>	2,28	16,48	0	18,76
<b>P2</b>	5,03	36,37	0	41,40
<b>P3</b>	3,15	15,79	0	18,93
<b>P4</b>	1,67	16,52	0	18,19
<b>P5</b>	4,41	46,34	0	50,76
<b>P6*</b>	48,54	704,31	6,66	759,51

Nota: P6\* es el cultivo convencional. Elaborado por: D. Gavilanes, 2017.

En los resultados de la huella hídrica de los productores se visualiza que los productores agroecológicos consumen menor cantidad agua para producir 1 kilogramo de zanahoria como se presenta la siguiente figura:



**Figura 8.** Representación mediante barras el resultado de las 3 huellas de los 6 productores en estudio.

La figura representa visualmente el consumo de agua de cada productor. Elaborado por: Gavilanes M (2017).

Al analizar los resultados obtenidos se determina que el valor de HH azul es mayor en los 6 productores en comparación con el valor de la HH verde, esto se debe a que la HH verde proviene del sistema de riego que utilizan los productores en el cultivo de zanahoria, y dentro de la investigación se ha determinado que en las parroquias la Esperanza y Tabacundo se maneja el riego en aspersión y por goteo que es manejada por cada productor individualmente, debido a que la zanahoria es un cultivo que necesita riego constante en la fase de germinación y engrosamiento de la raíz y aún más en la época de verano.

La HH verde la cual proviene de la precipitación atmosférica es inferior en todos los productores debido a que este valor tiene relación con las condiciones meteorológicas de la zona de estudio, el valor de la huella hídrica también se encuentra relacionada con la producción agrícola, es así que el cultivo convencional consume

mayor cantidad de agua, a pesar que tiene una producción de  $0,61 \text{ kg/m}^2$  la cual es menor en comparación con el promedio de producción de los cultivos agroecológico de  $17,2 \text{ kg/m}^2$ , esto se debe a las condiciones del suelo netamente, ya que como el suelo se encontraba compactado, necesitaba ser arado y tratado para la siembra por ende la colocación de agua del riego por aspersión por tiempo prologando era necesaria, juntamente el uso de fertilizantes sintéticos han provocan que el suelo se erosione. Un estudio de (López, 2011) menciona que la producción de zanahoria en su investigación bajo un sistema convencional es  $1.9 \text{ kg/m}^2$  en la ciudad de Machachi, donde en comparación con el sistema agroecológico de esta investigación, la relación de producción le supera en 9 veces.

En el inventario de la WFP en el Apéndice II. Huella hídrica por tonelada de cultivo o producto agrícola derivado a nivel nacional y subnacional (1996-2005) menciona la siguiente información del cálculo de huella hídrica resumida en esta tabla:

**Tabla 24**

*Valores de Huella Hídrica Total de zanahoria a nivel mundial, provincial y de la investigación presente*

Fuente	WFP		Datos obtenidos en la investigación	
	A nivel mundial <i>l/kg</i>	A nivel provincial <i>l/kg</i>	Agroecológico <i>l/kg</i>	Convencional <i>l/kg</i>
<b>HH Verde</b>	106	540	3,31	48,54
<b>HH Azul</b>	28	29	26,30	704,30
<b>HH Gris</b>	61	0	0	6,66
<b>HH Total</b>	195	569	29,61	759,51

Fuente: (WFP): Apéndice II. Huella hídrica por tonelada de cultivo o producto agrícola derivado a nivel nacional y subnacional (1996-2005). Elaborado por: Gavilanes D. 2018

Donde se puede denotar que el cultivo de zanahoria del sistema agroecológico consume 5,20 % del total a nivel provincial y 15,18% a nivel mundial, en comparación

con el sistema convencional que consume 3 veces más que la huella hídrica a nivel mundial y 0,33 veces más que el a nivel provincial.

### 5.2.5. Huella de Carbono

A continuación, se presentan los resultados de huella de carbono para los cultivos agroecológicos y para el cultivo convencional

**Tabla 25**

*Resultados obtenidos del cálculo de Huella de Carbono del cultivo de zanahoria sistema agroecológico*

<b>Agroecológico</b>										
	<b>P1</b>		<b>P2</b>		<b>P3</b>		<b>P4</b>		<b>P5</b>	
<b>Insumos: Inputs- entradas</b>	<b>Kg CO 2 eq</b>	<b>Aport e de GEI (%)</b>	<b>Kg CO2 eq</b>	<b>Apor te de GEI (%)</b>	<b>Kg CO2 eq</b>	<b>Apor te de GEI (%)</b>	<b>Kg CO2 eq</b>	<b>Apor te de GEI (%)</b>	<b>Kg CO2 eq</b>	<b>Aporte de GEI (%)</b>
<b>Combustible</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	88,79	92,86
<b>GEI fertilizantes (Uso)</b>	4,42	4,59	0,06	2,71	0,88	4,50	3,84	0,93	0,14	0,15
<b>GEI fertilizantes (Producción)</b>	6,71	6,96	0,10	4,52	1,00	5,11	4,57	1,11	0,20	0,21
<b>Encalado</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Control Fitosanitario</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Respiración de suelo</b>	85,2 3	88,44	14,22	643,4 4	10,44	53,37	49,05	49,05	6,48	6,78
<b>Total de kg CO2 eq</b>	96,3 7	100	2,21	100	19,56	100	412,7 2	100	95,61	100
<b>Total de kg CO2 eq( kg de producción</b>	<b>4,38</b>	<b>-</b>	<b>0,221</b>	<b>-</b>	<b>0,891</b>	<b>-</b>	<b>16,51</b>	<b>-</b>	<b>11,95</b>	<b>-</b>

Nota: Resultados obtenidos mediante la metodología de IPPC para los productores agroecológicos.  
Elaborado por: Gavilanes. D 2018

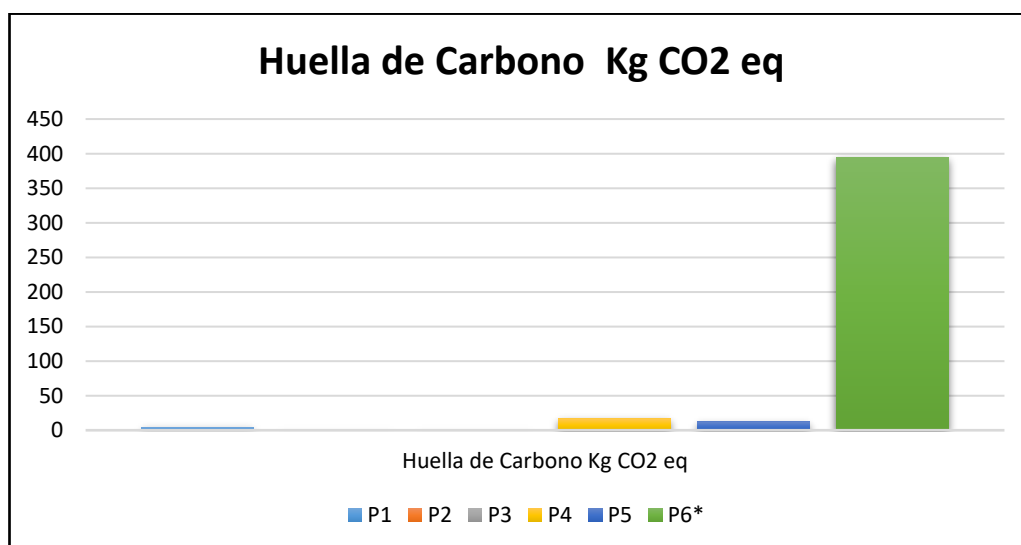
**Tabla 26**

*Resultados obtenidos del cálculo de Huella de Carbono del cultivo de zanahoria sistema convencional*

Convencional		
Insumos: Inputs-entradas	P6	
	Kg CO2 eq	Aporte de GEI
<b>Combustible</b>	29,61	12,29
<b>GEI fertilizantes (Uso)</b>	0,0018	0,0007
<b>GEI fertilizantes (Producción)</b>	0,26	0,11
<b>Encalado</b>	0,00	0,00
<b>Control Fitosanitario</b>	0,18	0,074
<b>Respiración de suelo</b>	210,81	87,50
<b>Total, de kg CO2 eq</b>	240,92	100
<b>Total de kg CO2 eq(kg de producción)</b>	<b>394,94</b>	-

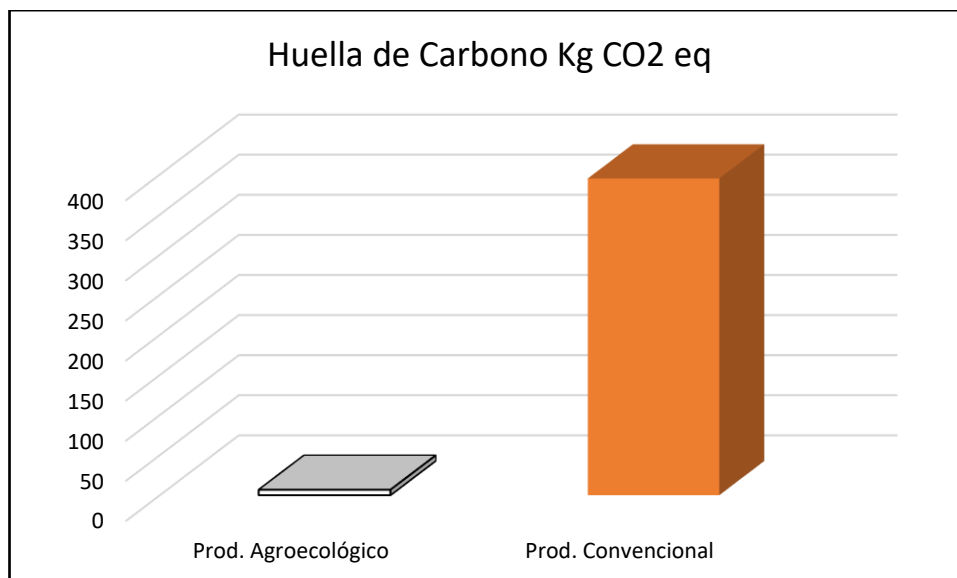
Nota: Resultados obtenidos mediante la metodología de IPCC para el productor convencional. Elaborado por: Gavilanes. D 2018.

A continuación, se presenta en barras la emisión de Kg CO2 al ambiente por productor:



**Figura 9.** Gráfico en barra del valor Huella de carbono de cada productor

Nota: P6\* cultivos convencionales. Elaborado por: Gavilanes. D, 2018



**Figura 10.** Gráfico que relaciona promedio de productores agroecológicos vs productor convencional

Se realiza un promedio aritmético del valor de las huellas de carbono de los productores agroecológicos que es igual a 6,790 kg de CO2 eq y se compara con el cultivo convencional cuya huella es 394,94 kg de CO2 eq

Al analizar los resultados de la huella de carbono del cultivo de zanahoria se determina que el valor del sistema convencional supera en 58 veces el valor del sistema agroecológico, así mismo mediante un estudio de (Tesco, 2012) el valor de la huella de carbono de la zanahoria es igual a  $83 \text{ kg CO}_2 \text{ eq/Kg de producto}$  lo que permite indicar que el cultivo agroecológico reduce la emisión de contaminantes al ambiente, debido a que no utiliza maquinaria pesada para el arado del suelo, no utiliza fertilizantes sintéticos los cuales emiten mediante los  $\text{NO}_x$  que son 298 veces más contaminante que el  $\text{CO}_2$

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al comparar la huella hídrica de los cultivos agroecológicos y convencionales se determina que en comparación con el cultivo convencional se reduce 25 veces el consumo de agua para producir un kilogramo de producto de zanahoria, de igual manera el cálculo de la huella de carbono refleja que el cultivo convencional contamina 58 veces más que el cultivo agroecológico; es decir 5 816,49% más de *kg CO<sub>2</sub> equi/kg de producto* emitidos al ambiente para producir un kilogramo de zanahoria.

Obteniendo la información de los indicadores ambientales permite que la presente investigación sea utilizada para sustentar la práctica de la agroecología, ya que se visualiza claramente las diferencias de la práctica convencional en el recurso suelo y agua bajo la unidad funcional de kilogramos de producto. Los valores emitidos de los indicadores son el reflejo de la práctica de la agroecología versus teorías técnicas de implementación, esto ha hecho que un grupo de personas crea que comer sano es posible y sea un derecho inviolable.

Así mismo permite demostrar que la contaminación ambiental es real y afecta a los agricultores de la zona de estudio por medio de la contaminación de agua de pesticidas aplicados por las florícolas aledañas

Los productores agroecológicos de la parroquia la Esperanza y Tabacundo con los quienes se ha trabajado pertenecen a la asociación del Buen vivir con 150 miembros aproximadamente, personas adultas entre 40 y 60 años de edad que son el sustento económico familiar, quienes producen zanahoria a pequeña escala en comparación con los monocultivos, pero son aquellos quienes velan por la seguridad alimentaria de sus

consumidores al vender sus productos a la ciudadanía, es por tal razón que mediante esta investigación se pretende validar la información científica con la empírica y apoyar a los pequeños agricultores para que sus productos sean vendidos y reconocidos

Finalmente se concluye que la agroecología puede ser puesta en práctica ya que las ventajas de producir alimentos para la familia y vender en las ferias agroecológicas permite mejorar su economía, y alimentarse sano. De igual forma la agricultura convencional puede adoptar las técnicas de agroecología para mejorar sus productos y garantizar la salud a sus consumidores.

Se recomienda seguir con el estudio de las fases posteriores a la agrícola desarrollada en este estudio para obtener un resultado global del ciclo de vida de la zanahoria



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., & FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje*. <https://doi.org/M-56>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia. *Agroecología*, 7(2), 65–83. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Aragundi Rivas, K. V., Plua Martínez, B. V., & Espol. (2015). Utilización de harina de zanahoria amarilla (DAUCUS CAROTA) en la elaboración de pan., 2–122. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31206>
- BIOGRACE. (2011). Cálculos armonizados de las emisiones de gases de efecto invernadero de biocarburantes en Europa m e s a e izados d rnadero de bi s Cálculo s de efecto in en Euro Permitir a los agentes implicados la realización de sus propios cálculos.
- Borja, J., & Valdivia, R. (2015). *Introducción a la agronomía. Edimec*. <https://doi.org/10.1157/13068212>
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. Retrieved from [http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/el/2008\\_rev\\_verde.pdf](http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/el/2008_rev_verde.pdf)
- CEDECO. (2005). *Agricultura Orgánica y Gases con efecto Invernadero*. San José, Costa Rica.
- Coffey, G., Bravo, A. L., & Chérrez, C. (2007). La cosecha perversa. Retrieved from [http://www.quiendebeaqui.org/kitbcn/semanaoct07/deudaecologica/deudaecol-general/lacosechaperversa\\_digital.pdf](http://www.quiendebeaqui.org/kitbcn/semanaoct07/deudaecologica/deudaecol-general/lacosechaperversa_digital.pdf)
- Constitucion De La Republica Del Ecuador. (2008). Constitucion De La Republica Del Ecuador. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Dansa, A., Bougardt, F., Nocera, P., & DGPM. (2007). Perfil del Mercado de Caolín, 1, 48.
- Deere, C. (1999). *Ecoetiquetado y pesca sostenible*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-ad349s.pdf>
- Eugenia, M., & Bolaños, B. (2011). Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras. Retrieved from <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/75/1/T3075.pdf>
- FAO. (n.d.). CropWat.
- FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar Introducción a la Evapotranspiración del Cultivo ( ET c ). Retrieved from <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/009/x0490s/x0490s02.pdf>

- FOESA. (2013). Guía Para El Cálculo De La Huella De Carbono En Productos Acuícolas, 64. Retrieved from [http://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/stories/publicaciones/libros/guia\\_huella\\_co2\\_web.pdf](http://www.observatorio-acuicultura.es/sites/default/files/images/stories/publicaciones/libros/guia_huella_co2_web.pdf)
- Heifer, E., & MAGAP. (2014). *La agroecología está presente, mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana.*
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación. Metodología de la investigación.* <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual. Febrero 2011.* <https://doi.org/978-1-84971-279-8>
- INEC. (2010). No Title.
- IPCC. (2006a). CAPÍTULO 3. Combustión Móvil. *Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 78. Retrieved from [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)
- IPCC. (2006b). Capítulo 5: Tierras de Cultivo. *Directrices Del IPCC 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero Volumen 4 Agricultura, Silvicultura Y Otros Usos de La Tierra.*, 1–74.
- IPCC. (2006c). Emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados Y Emisiones De CO<sub>2</sub> derivadas de la aplicación de cal y uera. *Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, 1–56.
- Jiménez, C. (2016). Informe de Avance de Proyectos, 87. Retrieved from [http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/LeyTransparencia\\_2016/julio/kinformes/40inf agroecologia.pdf](http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/LeyTransparencia_2016/julio/kinformes/40inf agroecologia.pdf)
- Leiva, E. H. (2016). Análisis de Ciclo de Vida, 43. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2207.3689>
- López, A. (2011). Universidad San Francisco de Quito Colegio de Agricultura , Alimentos y Nutrición Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de la zanahoria ( *Daucus carota L* ), híbrido Cupar , en el Chaupi , provincia de Pichincha Andrés Francisco Lóp. Retrieved from <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1369/1/102391.pdf>
- Lozano, S. del P., & Molina, A. (2001). El etiquetado ecológico. 2001, 1–222. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/derecho/dere2/Tesis62.pdf>
- MAGAP. (2016). *La politica agropecuaria ecuatoriana. La politica agropecuaria ecuatoriana, II Parte.* Retrieved from <http://servicios.agricultura.gob.ec/politicas/La Política Agropecuaria al 2025 II parte.pdf>

- Ministerio del Ambiente. (2014). Anexo 1 Del Libro Vi Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente: Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes Al Recurso Agua. *Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes : Recurso Agua*, 1–37.
- Molina, E. (2013). Análisis de suelos y su interpretación. *Centro de Investigaciones Agronomicas*, 1–8. Retrieved from <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
- Moroto, J. (2008). *Elementos de horticultura general* (Mundi Pren). Barcelona.
- Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. *Protocolo de Kyoto*, 61702, 20. Retrieved from <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Ortega, G. (2009). Agroecología vs. Agricultura Convencional. *Base de Las Investigaciones Sociales*. Retrieved from <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155082.pdf>
- Pulgar, M., Castro, M., Chávez, J., Morales, V., Constantin, A., Calagua, D., ... Luque, J. (2014). Guía para el Muestreo de Suelos, 72. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Restrepo M., J., Angel S., D. I., & Prager M., M. (2000). *Agroecología. Cedaf*. Retrieved from [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Agroecologia.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Agroecologia.pdf)
- Sadzawka, A. (2006). Metodos de analisis de agua para riego.
- SAGARPA. (2014). “Las Cadenas Productivas Agroalimentarias.” *Subsecretaría de Desarrollo Rural*, (2), 24. Retrieved from [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/Documentos de inters/Attachments/26/CADENAS\\_AGROAL.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/Documentos de inters/Attachments/26/CADENAS_AGROAL.pdf)
- Semarnat, G. F. de M. (2009). *Cambio Climático. Ciencia, evidencia y acciones. Serie ¿Y el medio ambiente?* Retrieved from [http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio\\_climatico\\_09-web.pdf](http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/cambio_climatico_09-web.pdf)
- Sinergia. (2006). Producción Respetuosa en Viticultura-Impactos Ambientales en Agricultura. *Proyecto Life Sinergia*, 1–11. Retrieved from [http://www.lifesinergia.org/formacion/curso/03\\_impactos\\_ambientales\\_en\\_agr.pdf](http://www.lifesinergia.org/formacion/curso/03_impactos_ambientales_en_agr.pdf)
- Tapia, M. E., Fries, a M., Mazar, I., & Rosell, C. (2007). Agronomía de los cultivos andinos. *Guia de Campo de Los Cultivos Andinos (Field Guide to Andean Crops)*, 21–122. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf>
- Tapia, R. (2006). La Revolución Verde Y Plaguicidas En El Ambiente. *Revista de Ciencias de La Vida*. Retrieved from file:///C:/Users/DELL/Downloads/La

revolucion verde y plaguicidas en el ambiente (3).pdf

Tesco. (2012). Product Carbon Footprint Summary, (August), 6–11.

Vía Campesina. (2003). ¿Qué Es La Soberanía Alimentaria?, 1–3. Retrieved from [http://viacampesina.org/sp/index.php?option=com\\_content&view=article&id=343:que-es-la-soberania-alimentaria&catid=21:soberanalimentary-comercio&Itemid=38](http://viacampesina.org/sp/index.php?option=com_content&view=article&id=343:que-es-la-soberania-alimentaria&catid=21:soberanalimentary-comercio&Itemid=38)

WRI, & WBCSD. (2011). *Greenhouse Gas Protocol*. (Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, Ed.) (World Reso).

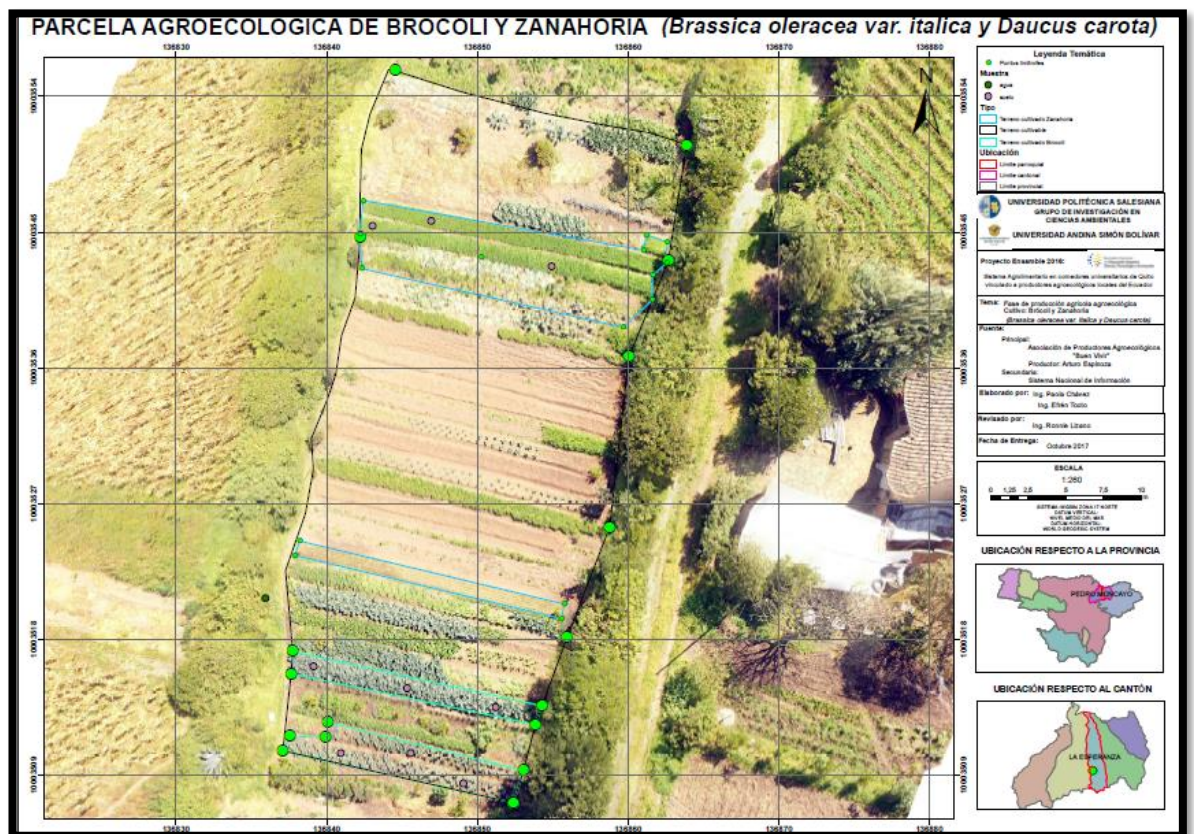
Zarate, E., & Kuiper, D. (2013). Evaluación de Huella Hídrica del banana para pequeños productores en Perú y Ecuador, 70. Retrieved from [http://www.huellahidrica.org/Reports/Zarate and Kuiper \(2013\) Water Footprint Assessment of Bananas.pdf](http://www.huellahidrica.org/Reports/Zarate%20and%20Kuiper%20(2013)%20Water%20Footprint%20Assessment%20of%20Bananas.pdf)

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Muestreo de suelo y producto

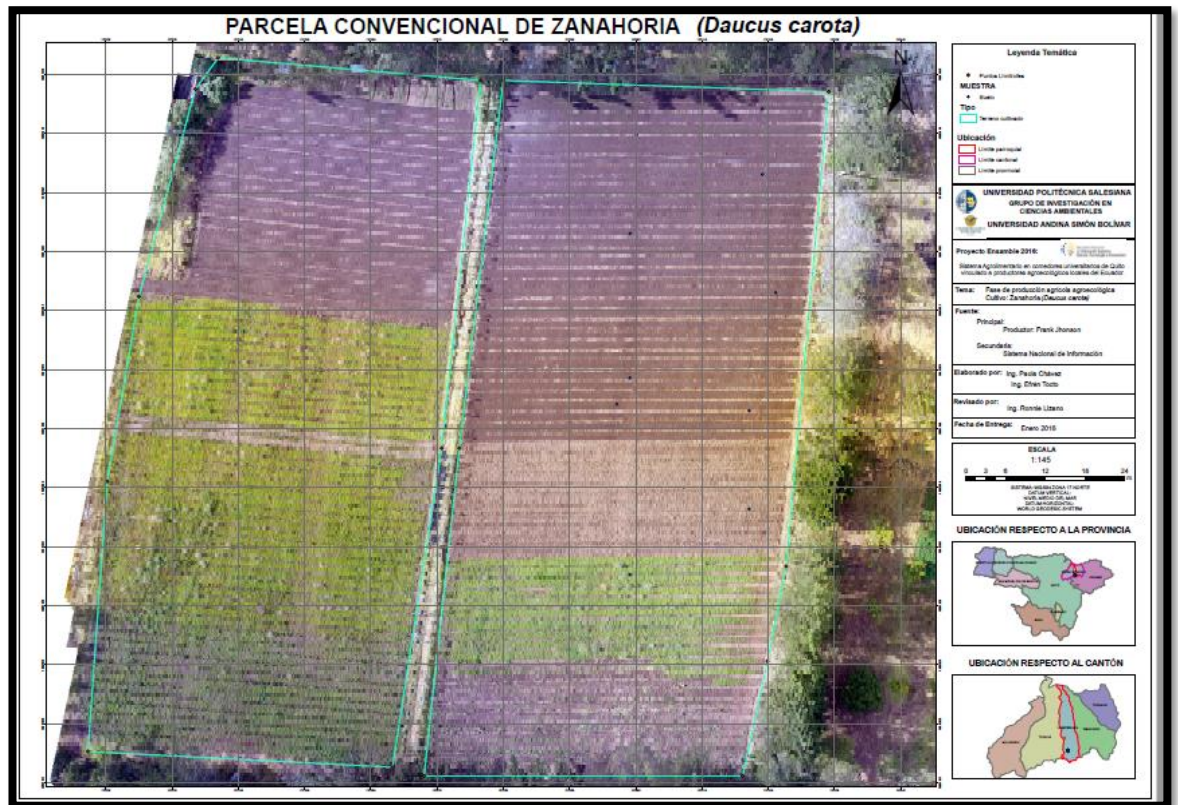


### Anexo 2. Mapa dinámico de cultivo agroecológico

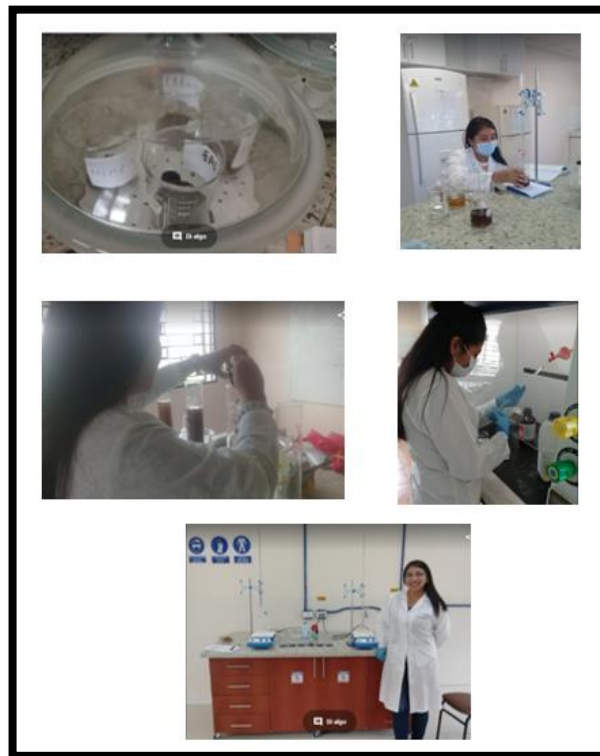




Anexo 3. Mapa dinámico de cultivo convencional



#### Anexo 4. Fase de laboratorio Universidad Politécnica Salesiana



#### Anexo 5. Resultados de laboratorio recurso suelo

HUMEDAD CULTIVOS AGROECOLÓGICOS											
Fecha	# de muestra	Productor	Código	Inicial		Final		% de Pérdida de peso	PROMEDIO		
				Peso del Vaso	Peso Inicial (g)	Peso del suelo + vaso (g)	Peso final (g)		Peso Inicial	Peso final	% de Pérdida de peso
7-Agosto	1	P1	W1JZ (1)	138,8685	50,0062	185,031	42,1825	15,8874	40,00365	42,2242	15,96
			W1JZ (2)	141,8785	50,0011	183,3644	42,2059	15,4304			
	2	P2	W2AZ (1)	142,0261	50,0012	184,2983	42,2822	15,478	40,08115	42,24405	15,51
			W2AZ (2)	139,3419	50,0011	181,5878	42,2239	15,5524			
21-Agosto	3	P3	W3Z (1)	49,347	50,0037	87,8923	38,4553	22,1368	50,82965	38,47585	23,89
			W3Z (2)	65,5654	50,0238	104,0618	38,4904	22,0624			
30-ago	4	P4	W4Z (1)	65,934	50,0071	103,7758	37,8418	24,3308	50,8261	37,396825	24,14
			W4Z (2)	44,4078	50,0631	82,47845	35,07185	23,9825			
30-ago	5	P5	W5AQ(1)	139,4278	50,0078	179,8118	40,184	19,6478	50,9586	40,1347	19,81
			W5AQ(2)	141,029	50,0934	181,1104	40,0054	28,016			

HUMEDAD CULTIVO CONVENCIONAL											
Fecha	de muestr	Productor	Código	Inicial		Final		% de Pérdida de peso	PROMEDIO		
				Peso del Vaso	Peso Inicial (g)	Peso del suelo + vaso (g)	Peso final (g)		Peso Inicial	Peso final	% de Pérdida de peso
8	P6	P6	W1P(2)(1)	139,9426	50,0924	181,2835	42,3509	15,483	50,0739	38,7447	22,83
			W1P(2)(2)	146,1716	50,0674	181,3121	35,1365	29,8578			

pH SUELO CULTIVO AGROECOLÓGICO						
# muestra	Productor	peso del vaso (g)	Peso del suelo (g)	pH del suelo	Promedio pH	Tipo de Suelo
1	P1	65,9584	1,0028	8,173	8,1	Básico
				8,06		
				8,06		
2	P2	50,0532	1,0042	7,76	7,7	Básico
				7,68		
				7,8		
3	P3	65,4407	1,0029	6,69	6,7	Ácido
				6,7		
				6,74		
4	P4	49,3983	1,0037	7,63	7,7	Básico
				7,67		
				7,71		
5	P5	49,3969	1,0272	8,184	8,223666667	Básico
				8,22		
				8,267		

pH SUELO CULTIVO CONVENCIONAL						
# muestra	Productor	peso del vaso (g)	Peso del suelo (g)	pH del suelo	Promedio pH	Tipo de Suelo
1	P6	48,327	1,0882	6,764	6,537666667	Ácido
				6,7		
				6,237		

## Anexo 6. Resultados de laboratorio recurso agua

pH y Conductividad Cultivos Agroecológicos					
Fecha	Productor	pH	Promedio	Conductividad (us/cm)	Promedio
30-ago	P2	7.613	7.42875	210	211.00
		7.468		211	
		7.249		211	
		7.385		212	
	P5	7.849	7.758	180.7	185.40
		7.719		184.7	
		7.766		187.4	
		7.698		188.8	

pH y Conductividad Cultivos Convencionales					
Fecha	Productor	pH	Promedio	Conductividad (us/cm)	Promedio
30/08/2017	P6	9.093	9.09525	198.7	201.925
		9.112		202	
		9.072		204	
		9.104		203	

Cloruros Cultivos Agroecológicos							
	Productor	pH	V= ml de AgNO3 (ml)	N	1000	ml de muestr	Cloruros: meq/L de Cl
1	P2	6.72	11.00	0.01	1000	5	22
2		6.62	8.6	0.01	1000	5	17.2
1	P5	6.62	9	0.01	1000	5	18
2		6.6	8.2	0.01	1000	5	16.4

Cloruros Cultivo Convencional							
	Productor	pH	V= ml de AgNO3 (ml)	N	1000	ml de muestr	Cloruros: meq/L de Cl
1	P6	6.64	8	0.01	1000	5	16
2		6.61	6.2	0.01	1000	5	12.4

## Anexo 7. Cálculo de Evapotranspiración de referencia $[ET]_0$ y precipitación efectiva (P efec, mm) en Cropwat 8.0.

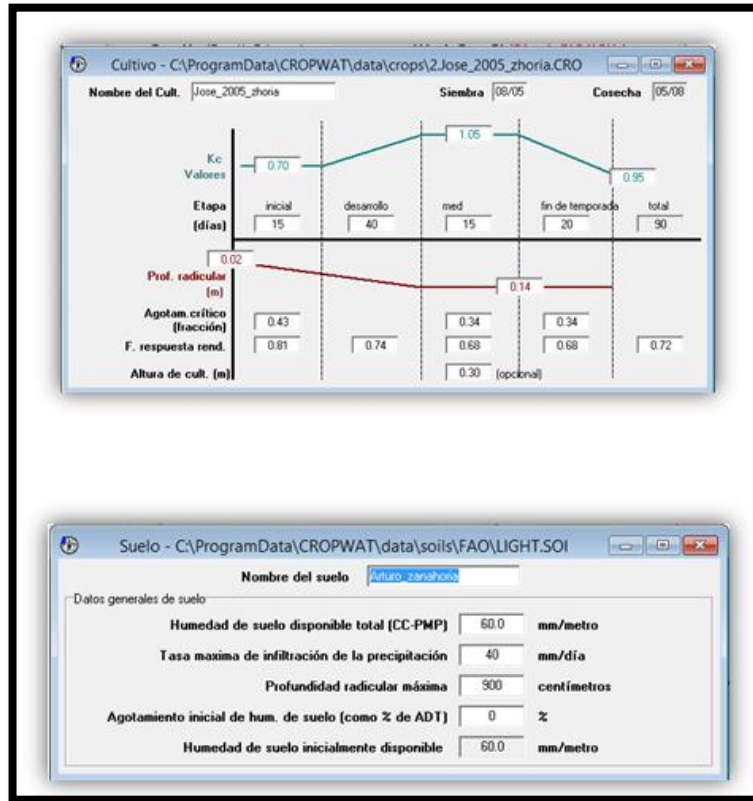
Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET <sub>0</sub>
	°C	%	m/s	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	14.7	70	4.8	12.0	27.1	4.37
Febrero	15.0	76	3.8	12.0	28.0	4.33
Marzo	14.4	74	4.0	12.0	28.4	4.36
Abril	14.9	69	5.1	12.0	27.5	4.52
Mayo	15.0	63	3.6	12.0	26.1	4.49
Junio	15.1	58	9.9	12.0	25.1	5.20
Julio	15.5	50	8.2	12.0	25.5	5.72
Agosto	16.0	49	8.3	12.0	26.8	6.08
Septiembre	15.7	50	9.9	12.0	27.9	6.26
Octubre	14.8	64	3.1	12.0	27.9	4.70
Noviembre	15.1	67	4.3	12.0	27.2	4.59
Diciembre	13.8	75	4.4	12.0	26.7	3.98
Promedio	15.0	64	5.8	12.0	27.0	4.88

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	22.0	3.2
Febrero	60.8	26.5
Marzo	79.4	39.5
Abril	39.5	13.7
Mayo	40.1	14.1
Junio	22.4	3.4
Julio	6.3	0.0
Agosto	17.8	0.7
Septiembre	35.5	11.3
Octubre	27.4	6.4
Noviembre	14.1	0.0
Diciembre	115.6	68.5
Total	480.9	187.3



### Anexo 8. Pestaña de cultivo y suelo en Cropwat 8.0



### Anexo 9. Requerimiento de agua del cultivo y fórmula para obtener la Huella hídrica gris

**Requerimiento de Agua del Cultivo**

Estación ET o | Tomalón-Tabacundo | Cultivo | Jose\_2005\_zhoria

Est. de lluvia | Tomalón Tabacundo | Fecha de siembra | 08/05

Mes	Decada	Etapa	Kc coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req.Riego mm/dec
May	1	Inic	0.70	3.15	9.4	1.5	9.4
May	2	Inic	0.70	3.14	31.4	5.2	26.2
May	3	Des	0.74	3.48	38.3	3.8	34.5
Jun	1	Des	0.83	4.13	41.3	2.1	39.2
Jun	2	Des	0.92	4.80	48.0	0.8	47.1
Jun	3	Des	1.01	5.45	54.5	0.6	53.9
Jul	1	Med	1.06	5.90	59.0	0.1	58.9
Jul	2	Fin	1.06	6.06	60.6	0.0	60.6
Jul	3	Fin	1.01	5.92	65.2	0.0	65.1
Ago	1	Fin	0.97	5.81	29.0	0.0	29.0
					<b>436.7</b>	<b>14.2</b>	<b>424.0</b>

**ECUACIÓN**

$$HH \text{ gris} = \frac{(\alpha * AR)}{(Cmax - Cnat)} / Y$$

Donde:

$\alpha$	0.1
AR	0

$\alpha$  = Fracción de lixiviación de agua de riego aplicada = (10% todos)  
 AR = Cantidad de fertilizante aplicada al cultivo (Kg/ha; Kg/m<sup>2</sup>)  
 Cmax = Concentración máxima permisible de contaminante en la fuente receptora  
 Cnat = Concentración natural del contaminante en la fuente receptora  
 Y = Rendimiento del cultivo (Ton/m<sup>2</sup>)

## Anexo 10. Inventario para el cálculo de huella de carbono.

Datos para la Estimación de la Huella de Carbono de la zanahoria en la parroquia la Esperanza y Tabacundo del cantón Pedro Moncayo para el AÑO 2017												
LA ESPERANZA Y TABACUNDO- ZANAHORIA-AGROECOLÓGICO												
NOMBRE PRODUCTOR		Sr. Arturo Espinoza										
TIPO DE CULTIVO		Zanahoria										
VARIEDAD		Amarillo										
FASE	SUB-FASE	TRABAJO EFECTUADO POR PRODUCTORES			USO DE MAQUINARIA	TIPO DE ACTIVIDAD		HERRAMIENTAS UTILIZADAS				
PREPARACIÓN DEL SUELO INPUT	Arado del suelo	N° de trabajadores	Horas	Duración (días)	Marca	Manual	Mecánicas	Nombre		Número		
		2	6	1	NO	x		Azadón, carretilla, pala		2A, 1C, 2P		
	Colocación de abonos	TRABAJO EFECTUADO POR PRODUCTORES			ABONO	TIPO DE ABONO		CONSUMO DE NUTRIENTES				
		N° de trabajadores	Horas	Duración (días)	Nombre	Orgánico	Sintético	Elemento-mezcla	Cantidad	Unidad		
		NO/A	NO/A	NO/A	NO/A	NO/A	NO/A	Compost	146,66	Kg/ha		
								N total	0,53	%		
									5300	mg/kg		
									0,777236	kg N / ha año		
								Potasio	0,6345	%		
									6345	mg/kg		
						Fósforo total.	0,3305517	kg K / ha año				
							1,322	%				
							13220	mg/kg				
							1,3388452	kg P / ha año				
SIEMBRA	S/N	TRABAJO EFECTUADO POR PRODUCTORES			TIPO DE SEMILLA	TIPO DE COLOCACIÓN		PCISemilla		CONSUMO DE SEMILLA		
		N° de trabajadores	Horas	Duración (días)	Nombre	Manual	Mecánicas	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
		1	2	1	Amarillo	x				3000 semillas	Kg/ha	
	Aplicación Abonos sólidos	TRABAJO EFECTUADO POR PRODUCTORES			FERTILIZANTE	TIPO DE ABONO		CONSUMO DE NUTRIENTES				
		N° de trabajadores	Horas	Duración (días)	Nombre	Orgánico	Sintético	Elemento-mezcla	Cantidad	Unidad		
		1	1	3	Compost	X		Compost	1,36	ton/ha		
								N total	0,53	%		
									5300	mg/kg		
							7,208	kg N / ha año				
							0,6345	%				
							6345	mg/kg				

## Anexo 11. Componentes de la huella con valores

ESTIMACIÓN DE HUELLA DE CARBONO DEL CUL					
AGRO-ENTRADAS- INPUTS			Agro-inputs GWP		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	Factor de Emisión (KgCO2eq/Kg)	(KgCO2eq/ha)	
Trabajo (Mano de Obra)	Personas	74,00	Personas*Horas/ha		
Fertilizantes Orgánicos	N	0,787	Kg/ha	5,88	4,63
	N inorgánico	0,00	Kg/ha		0,00
	P2O5	0,964	Kg/ha	1,01	0,97
	K2O	1,951	Kg/ha	0,57	1,11
Pesticidas	-	0,00	Kg/ha	10,97	0,00
Combustible	Diésel	0,00	Kg/ha		
	Gasolina	0,00	Kg/ha		
Semillas	-	0,0040	Kg/ha		0,00
<b>TOTAL</b>					<b>6,71</b>

## Anexo 12. Cálculo de respiración del suelo

CO2 production (mg CO2 x 100g -1 x 10day -1)									
Farmer	mg CO2 production	kg CO2 production	Organic/Fertilizer	Area of land m2	Area of land m3	ton	kg	x	Kg Co2 total production
P1	28,30630878	2,83063E-05	O	92,97	18,594	33,4692	33469	334692	9,47
P2	28,05853383	2,80585E-05	O	15,645	3,129	5,6322	5632,2	56322	1,58
P3	28,65477767	2,86548E-05	O	11,2	2,24	4,032	4032	40320	1,16
P4	25,25268044	2,52527E-05	O	60	12	21,6	21600	216000	5,45
P5	22,37328655	2,23733E-05	O	9	1,8	3,24	3240	32400	0,72
P6	36,86076742	3,68608E-05	F	176,56	35,312	63,5616	63562	635616	23,43


## Anexo 13. Resultado de Huella de Carbono de cultivo agroecológico

FASES DEL CICLO DE VIDA DE LA ZANAHORIA	(kgCO <sub>2</sub> eq/ha)	%
PREPARACIÓN DEL SUELO	0,00	0,00
SIEMBRA	0,00	0,00
FERTILIZACIÓN	11,14	1,17
CONTROL DEL CULTIVO	0,00	0,00
COSECHA	0,00	0,00
ALMACENAMIENTO	0,00	0,00
GESTIÓN DE RESIDUOS	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>11,14</b>	<b>100,00</b>
RESPIRACIÓN DEL SUELO	0,95	Total
Días del cultivo	90	85,23
<b>TOTAL</b>	<b>949,41</b>	
Producción	22Kg/m2	
<b>Totall</b>	<b>43,15508046</b>	(kgCO <sub>2</sub> eq/Kg de

## Anexo 14. Resultado de Huella de Carbono productor convencional

FASES DE LA QUINUA	(kgCO <sub>2</sub> eq/ha)	%
PREPARACIÓN DEL SUELO	29,61	12,29%
SIEMBRA	0,00	0,00%
FERTILIZACIÓN	0,27	0,11%
CONTROL	0,18	0,07%
COSECHA	0,00	0,00%
ALMACENAMIENTO	0,00	0,00%
GESTIÓN DE RESIDUOS	0,00	0,00%
RESPIRACIÓN DEL SUELO	210,87	87,53%
<b>TOTAL</b>	<b>240,92</b>	<b>100,00%</b>
Producción	0,61	
<b>TOTAL</b>	<b>394,9452319</b>	<b>kg/m2</b>

## Anexo 15. Informe de laboratorio Agrocalidad

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Intercofronómica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>  <b>Rev. 2</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	
	<b>Hoja 1 de 2</b>	

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: 18-SFA-E17-1327  
Fecha emisión informe: 18/08/2017

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: Denisse Gavilanes  
 Dirección: Turubamba Alto  
 Provincia: Pichincha                      Cantón: Quito

Teléfono: 0998670877  
 Correo Electrónico: delto\_sud@hotmail.com  
 N° Orden de Trabajo: SFA-17-CGLS-1886  
 N° Factura/Documento: 10440

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Zanahoria	
Provincia: Pichincha	X: 0809353
Cantón: Pedro Moncayo	Y: 0006440
Parroquia: Tabacundo	Altitud: ----
Muestreado por: Denisse Gavilanes	
Fecha de muestreo: 06-08-2017	Fecha de inicio de análisis: 08-08-2017
Fecha de recepción de la muestra: 08-08-2017	Fecha de finalización de análisis: 18-08-2017

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1593	AR2 001	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 3045D	—	7,77
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,82
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,19
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	341,3
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,96
		Conductividad Eléctrica*	Conductímetro PEE/SFA/08	dS/m	0,317
		CIC*	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	11,54
		Humedad*	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	19,61
		Arena*	Boyuzos PEE/SFA/20	%	76
		Limo†	Boyuzos PEE/SFA/20	%	16
		Arcillo*	Boyuzos PEE/SFA/20	%	8
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	—	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

## Anexo 16. Resultado de Labolab. Ltda (pesticidas)



**LABOLAB**  
ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AERINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 175105  
Hoja 1 de 1

<b>NOMBRE DEL CLIENTE:</b>	Demisse Gavilanes
<b>DIRECCIÓN:</b>	Turubamba Alto
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	31 de agosto del 2017
<b>MUESTRA:</b>	<b>Suelo FJ</b> Nombre del Productor: Frank Johnson Tipo de muestra: Zanahoria Cod. de muestra: FJ
<b>ANÁLISIS:</b>	<b>Organoclorados</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:</b>	Suelo color café
<b>ENVASE:</b>	Funda de polietileno
<b>FECHA DE TOMA DE MUESTRA:</b>	29 de agosto del 2017
<b>LOCALIZACIÓN:</b>	Esperanza , Parroquia Tabacundo Latitud 0805615 Longitud 0001535
<b>FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:</b>	31 de agosto - 14 de septiembre del 2017
<b>REFERENCIA:</b>	175105
<b>MUESTREADO:</b>	Por cliente
<b>CONDICIONES AMBIENTALES:</b>	22.8 °C 34%HR

PARAMETRO	METODO	UNIDAD	RESULTADOS
α-HCH		mg/Kg	< 0.001
HCB		mg/Kg	< 0.001
β-HCH		mg/Kg	< 0.001
γ-HCH (Lindano)		mg/Kg	< 0.001
δ-HCH		mg/Kg	< 0.001
Heptaclor		mg/Kg	< 0.001
Aldrin		mg/Kg	< 0.001
Cis-Heptacloropoxido	EPA 8081 A	mg/Kg	< 0.001
Trans-Heptacloropoxido	Modificado/	mg/Kg	< 0.001
Trans-Clordano	Cromatografía de	mg/Kg	< 0.001
Cis-Clordano	gases con	mg/Kg	< 0.001
pp-DDE	Detector	mg/Kg	< 0.001
Dieldrin	Selectivo de	mg/Kg	< 0.001
Endrin	Masas	mg/Kg	< 0.001
pp-DDD		mg/Kg	< 0.001
op-DDT		mg/Kg	< 0.001
pp-DDT		mg/Kg	< 0.001
Alacloro		mg/Kg	< 0.001
Tetraconazol		mg/Kg	< 0.001
Cipermetrina		mg/Kg	< 0.001

**NOTA:** No se encontró residuos de Pesticidas Organoclorados

  
 Dra. Cecilia Lazurraga  
 GERENTE GENERAL  


El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA**  
 Análisis físico, químico, microbiológico, sensorial de alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceadas, cosméticos, pesticidas, aceites, metales pesados y otros.  
 Pco. Andrés Marín E1-29 y Diego de Almagre Telf.: 2543-225 / 2541-316 / 3238-545/ 3238-564 Cel.: 099 959 9412 / 899 944 2153 / 098 709 1531  
 E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / secretaria@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec  
[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)      Quito - Ecuador

Anexo 17. Resultado de Agua con pesticida Labolab Ltda.



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES  
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 174167  
Páge 1 de 1

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Ronnie Lizano  
**DIRECCIÓN:** La Vicentina  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 17 de julio del 2017  
**MUESTRA:** Agua de riego  
 Productor: Arturo Espinoza  
 Tipo de muestra: —  
 Cod. de muestra: AE1 Agua Organoclorados

**ANÁLISIS:** Líquido ligeramente coloreado  
**ENVASE:** Polietileno  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** 16 de julio del 2017  
**LOCALIZACIÓN:** Panoquia La Esperanza, Tabacundo Lathud 0804793  
 Longitud 0003616  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 17 - 31 de julio del 2017  
**REFERENCIA:** 174161  
**MUESTREO:** Por cliente  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** 23 °C 39 %HR

PARAMETRO	METODO	UNIDAD	RESULTADO(S)
α-HCH		mg/L	0.00002
HCB		mg/L	0.00002
β-HCH		mg/L	< 0.000002
γ-HCH (Lindano)		mg/L	< 0.000002
δ-HCH		mg/L	< 0.000002
Heptaclor		mg/L	< 0.000002
Aldrin		mg/L	< 0.000002
Cis-Heptacloroposido		mg/L	< 0.000002
Trans-Heptacloroposido		mg/L	< 0.000002
Trans-Clordano		mg/L	< 0.000002
Cis-Clordano		mg/L	< 0.000002
pp-DDE	EPA 8081 A Modificado/ Cromatografía de gases con µECD.	mg/L	< 0.000002
Dieldrin		mg/L	< 0.000002
Endrin		mg/L	< 0.000002
pp-DDD		mg/L	< 0.000002
op-DDT		mg/L	< 0.000002
pp-DDT		mg/L	< 0.000002
Alacloro		mg/L	< 0.000002
Tetraconazol		mg/L	< 0.000002
Cipermetrina		mg/L	< 0.000002

*Cecilia Luzaraga*  
**Dra. Cecilia Luzaraga**  
 DIRECTORA GENERAL  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Y AFINES  
**LABOLAB**

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
 Este informe no debe ni poseer ni más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA.**  
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, subproductos, cosméticos, pastillas, aceites, edulcorantes y otros.  
 Dce. Andrés Marín ET-29 y Diego de Almagro Tel.: 2563-223 / 2581-250 / 2238-163 / 2238-594 Cel.: 899 959 8412 / 899 944 2153 / 096 730 1311  
 E-mail: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / info@labolab.com.ec / informacion@labolab.com.ec

www.labolab.com.ec      Quito - Ecuador