

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERO E INGENIERA AMBIENTALES

TEMA:

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO NATURAL A TRAVÉS DE UN
MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE DOS AGROECOSISTEMAS
PRESENTES EN EL CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA**

AUTORES:

JUAN ANDRES MOLINA VALENCIA

DANIELA ALEJANDRA ORTIZ SEVILLA

TUTOR:

RONNIE XAVIER LIZANO ACEVEDO

Quito, marzo del 2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros Juan Andres Molina Valencia con documento de identificación N° 172329656-0 y Daniela Alejandra Ortiz Sevilla con documento de identificación N° 172329639-6, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO NATURAL A TRAVÉS DE UN MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE DOS AGROECOSISTEMAS PRESENTES EN EL CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO E INGENIERA AMBIENTALES, 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 nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, marzo 2021



.....
Juan Andres Molina Valencia

172329656-0



.....
Daniela Alejandra Ortiz Sevilla

172329639-6

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo Experimental, DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL ENTORNO NATURAL A TRAVÉS DE UN MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE DOS AGROECOSISTEMAS PRESENTES EN EL CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA realizado por Juan Andres Molina Valencia y Daniela Alejandra Ortiz Sevilla, 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 2021



.....
Ronnie Xavier Lizano Acevedo
171429158-8

DEDICATORIA

A mis padres Juan Carlos y Jeanette que, sin su apoyo incondicional, esfuerzo, paciencia, comprensión y sobre todo amor hicieron posible que pueda culminar mi preparación profesional.

Quisiera dedicar este triunfo tan importante a la memoria de mi abuelita fallecida Rebequita, quien estoy seguro me cuida y guía desde el cielo. A mis hermanas Karli y Dami por estar conmigo en todo momento y alegrarme todos los días con sus ocurrencias. A mis abuelitos quienes me han ayudado y me han sabido dar su cariño en todo momento. A mis tíos, Maguita y Mauricio, por ayudarme y recibirme siempre con los brazos abiertos cuando lo necesité. A mi novia que en todo momento estuvo apoyándome y animándome para no desistir. A toda mi familia y amigos que han formado parte de mi trayectoria universitaria.

Juan Andres

Este trabajo se lo dedico principalmente a mi madre Patricia quien ha sido mi motor, mi fuerza e inspiración para poder cumplir esta meta y ser una profesional, a mis abuelitos que han sido mis segundos padres y me han apoyado y ayudado en todo momento.

A mi hermano Víctor Alejandro que con sus ocurrencias siempre me saca una sonrisa en los momentos más duros y quien sigue mis pasos.

A Víctor que supo darme palabras de aliento y estuvo presto a ayudarme.

A mis locas Candy y Milky que me brindan su amor incondicional y esperan por mis todos los días.

A mi negro que siempre ha estado a mi lado apoyándome y ayudándome a ser una mejor persona logrando sacar lo mejor de mí.

A mis amigos y demás familiares que de una forma u otra han sido importantes en este recorrido.

Daniela Alejandra

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a nuestros docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial al Ing. Ronnie Lizano tutor de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado, apoyado y motivado, a las productoras de la organización BIOVIDA y parcela convencional por su valioso aporte para nuestra investigación.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	Objetivo General.....	4
2.2.	Objetivos Específicos.....	4
3.	MARCO TEÓRICO.....	5
3.1.	Tipos de agricultura.....	5
3.1.1.	Agricultura convencional.....	5
3.2.3.	Agroecología.....	5
3.2.	Agricultura.....	6
3.3.	Agroecología en Ecuador.....	6
3.4.	Agroecología en el Cantón Cayambe.....	7
3.5.	Sistema Participativo de Garantías (SPG).....	8
3.6.	Soberanía alimentaria.....	8
3.7.	Agricultura familiar.....	11
3.8.	Movimiento de “La Vía campesina”.....	12
3.9.	Salud ambiental.....	12
3.9.1.	Salud del Agua.....	13
3.9.1.1.	Calidad de agua de riego.	14
3.9.1.1.1.	Contenido total de sales.....	15
3.9.1.1.2.	Iones que afectan a la calidad de agua de riego.	15
3.9.1.1.3.	Alcalinidad.	16
3.9.1.1.4.	Relación de adsorción de sodio (RAS)	16
3.9.1.1.5.	Dureza (CaCO ₃)	16
3.9.1.1.6.	Carbonato de sodio residual (CSR).....	17

3.9.1.1.7. Oxígeno Disuelto (OD)	17
3.9.2. Salud del Suelo	17
3.9.2.1. Indicadores Físicos:	19
3.9.2.1.1. Densidad Aparente (DA).....	19
3.9.2.1.2. Textura	19
3.9.2.1.3. Porcentaje de Porosidad.	20
3.9.2.2. Indicadores Químicos	20
3.9.2.2.1. pH.....	20
3.9.2.2.2. Conductividad Eléctrica	20
3.9.2.2.3. Materia Orgánica (MO).....	20
3.9.2.2.4. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	21
3.9.2.2.5. Macronutrientes.....	21
3.9.2.2.6. Micronutrientes	21
3.9.2.2.7. Fósforo	21
3.9.2.3. Indicadores Biológicos	22
3.9.2.3.1. Microorganismos Mesófilos Aerobios	22
3.9.3. Salud del Aire	22
3.9.3.1. Formaldehidos	23
3.9.3.2. Compuestos orgánicos volátiles	23
3.9.3.3. PM 2.5	24
3.9.3.4. PM 10	24
4. MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1. Materiales.....	25
4.2. Métodos.....	25
4.2.1. Fase de campo.....	25
4.2.1.1. Selección de Parcelas.....	25
4.2.1.2. Muestreo de Agua.....	27
4.2.1.1.1. Mediciones “in situ”	28
4.2.1.3. Muestreo de Suelo	29
4.2.1.4. Muestreo de Aire	30
4.2.1.5. Encuestas	31

4.2.1.7. Toma de fotografías Dron.....	34
4.2.2. Fase laboratorio.....	35
4.2.2.1. Parámetros a analizados.....	35
4.2.2.1. Métodos para el análisis de las muestras de agua.....	37
4.2.2.2. Métodos para el análisis de las muestras de suelo.....	39
5.1. Encuestas y entrevistas.....	40
5.1.3. Socio económico	47
5.1.4. Percepción de la Salud de los Agricultores.....	51
5.2. Resultado de análisis de aire.....	59
5.2.1. Contenido de formaldehído.....	60
5.2.2. Compuestos volátiles.....	61
5.2.3. PM 2.5	61
5.2.4. PM 10.....	63
5.2. Resultado análisis de muestras de agua.....	63
5.3.1. Comportamiento del pH.....	64
5.3.2. Oxígeno disuelto	65
5.3.3. Potencial de oxidación – reducción.....	66
5.3.4. Relación DBO/DQO	67
5.3.5. Conductividad eléctrica, SDT, RAS y C.R.S.....	68
5.3.6. Cloruros.....	73
5.3.7. Comportamiento de la dureza del agua.....	73
5.3.8. Análisis microbiológicos.....	74
5.3.9. Aporte de nutrientes en el agua de riego	75
5.3. Resultados de muestras de suelo.....	76
5.3.1. Parámetros Físicos	77
5.4.1.1. Densidad aparente (g/cm ³), porosidad y textura del suelo.....	77
5.4.2. Parámetros Químicos	79
5.4.2.1. pH del Suelo.....	79
5.4.2.2. Conductividad Eléctrica del Suelo (ms/cm)	82
5.4.2.3. Materia Orgánica en el Suelo (MOS)	84

5.4.2.4. Relación Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Materia orgánica, porcentaje de arcilla y textura del suelo.	85
5.4.2.5. Disponibilidad de Cationes (Ca, K, Mg y Na).....	90
5.4.2.6. Relación Mg/K.....	93
5.4.2.7. Relación Ca+Mg/K.....	93
5.4.2.8. Fósforo	94
5.4.3. Parámetros Biológicos.....	95
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1. Conclusiones.....	98
6.2. Recomendaciones.....	101
7. BIBLIOGRAFÍA	102
8. ANEXOS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Selección de punto y obtención de coordenadas de muestreo.....	26
Figura 2 Monocultivo de frutilla.....	27
Figura 3 Muestreo de agua de las fuentes.....	28
Figura 4 Muestreo de agua en parcelas.....	28
Figura 5 Análisis in-situ de muestras de agua	29
Figura 6 Muestreo de suelo con barreno.....	30
Figura 7 Almacenamiento y transporte de muestra de suelo	30
Figura 8 Monitoreo de la calidad de aire con equipo IGERESS	31
Figura 9 Realización de encuestas	33
Figura 10 Vuelo de dron para georreferenciación de parcela.....	34
Figura 11 Vuelo de dron y toma de fotografías aéreas	35
Figura 12 Socialización con agroproductores.....	41
Figura 13 Porcentaje de género de productores agroecológicos.....	41
Figura 14 Aplicación de agrotóxicos en monocultivo de frutilla	45
Figura 15 Área de almacenamiento de agroquímicos.....	47
Figura 16 Ingreso mensual de productores	48
Figura 17 Resultados obtenidos de la percepción de la salud física de las agricultoras agroecológicas.....	52
Figura 18 Resultados obtenidos de la percepción de la salud mental de las agricultoras agroecológicas.....	53
Figura 19 Resultados obtenidos de la percepción de la salud por morbilidad de tóxicos de las agricultoras agroecológicas.....	54
Figura 20 Resultados obtenidos de la percepción de la salud física de las agricultoras convencionales.....	55
Figura 21 Resultados obtenidos de la percepción de la salud mental de las agricultoras convencionales.....	57
Figura 22 Resultados obtenidos de la percepción de la salud por morbilidad de tóxicos de las agricultoras agroecológicas.....	58
Figura 23 Concentración de formaldehidos en las parcelas	60

Figura 24	Concentraciones promedio de compuestos volátiles en las parcelas	61
Figura 25	Concentración promedio diaria de PM 10.....	63
Figura 26	Resultados de pH del agua	65
Figura 27	Oxígeno disuelto del agua	66
Figura 28	Potencial de óxido reducción del agua.....	67
Figura 29	Contenido de CRS del agua.....	71
Figura 30	Conductividad eléctrica del agua	72
Figura 31	Contenido de cloruros en el agua	73
Figura 32	Valores de dureza del agua.....	74
Figura 33	Disponibilidad de nutrientes con relación al pH	80
Figura 34	pH del suelo de la investigación.....	81
Figura 35	Relación CIC, Materia orgánica, arcilla y pH	85
Figura 36	CIC vs pH.....	88
Figura 37	Cationes intercambiables en el suelo.....	90
Figura 38	Mapa parcela agroecológica 1	125
Figura 39	Mapa parcela agroecológica 2	126
Figura 40	Mapa parcela convencional	127
Figura 41	Informe de resultados del agua de riego de la parcela A1	144
Figura 42	Informe de resultados de la fuente de agua de la parcela A1	145
Figura 43	Informe de resultados de agua de riego de la parcela A2.....	146
Figura 44	Informe de resultados de agua de la fuente de agua de la parcela A2.....	147
Figura 45	Informe de resultados de agua de riego de la parcela C	148
Figura 46	Informe de resultados de la fuente de agua de la parcela C	149
Figura 47	Informe de análisis químico del suelo de la parcela A1	150
Figura 48	Informe de análisis químico del suelo de la parcela A2.....	151
Figura 49	Informe de análisis químico del suelo de la parcela C	152
Figura 50	Informe de análisis físicos de las 3 muestras de suelo	153
Figura 51	Informe de análisis biológico de suelo de la parcela A1	154
Figura 52	Informe de análisis biológicos de suelo de la parcela A2	155
Figura 53	Informe de análisis biológico de suelo de la parcela C	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Iones contenidos en el agua de riego</i>	15
Tabla 2 <i>Listado de materiales y equipos</i>	25
Tabla 3 <i>Parámetros de agua analizados en el laboratorio</i>	36
Tabla 4 <i>Metodología para el análisis de la calidad del agua</i>	38
Tabla 5 <i>Metodología para el análisis de suelo</i>	39
Tabla 6 <i>Listado de prácticas agroecológicas</i>	42
Tabla 7 <i>Manejo integral de plagas en agricultura convencional</i>	46
Tabla 8 <i>Ingresos y egresos socio económicos parte 1</i>	49
Tabla 9 <i>Ingresos y egresos socio económicos parte 2</i>	50
Tabla 10 <i>Ubicación del Equipo IGERESS</i>	59
Tabla 11 <i>Referencia y abreviatura para las muestras de agua</i>	64
Tabla 12 <i>Relación DQO/DBO del agua</i>	68
Tabla 13 <i>Valores de E.C., RAS Y CRS de los análisis de la investigación</i>	69
Tabla 14 <i>Criterio de valoración</i>	69
Tabla 15 <i>Criterio de valoración de C.R.S</i>	70
Tabla 16 <i>Resultados microbiológicos del agua</i>	75
Tabla 17 <i>Tabla de aporte nutricional del agua</i>	76
Tabla 18 <i>Referencia y abreviatura para el muestreo de suelo</i>	77
Tabla 19 <i>Cuadro de valores de densidad aparente y porcentaje de porosidad</i>	78
Tabla 20 <i>Cuadro de valores de densidad aparente</i>	79
Tabla 21 <i>Cuadro de valores del suelo obtenidos de cada parcela</i>	80
Tabla 22 <i>Valores de pH y condiciones de acidez del suelo agrícola</i>	82
Tabla 23 <i>Criterios de evaluación de la salinidad del suelo con base en sus conductividad eléctrica</i>	83
Tabla 24 <i>Porcentaje de materia orgánica</i>	84
Tabla 25 <i>Resultados de los análisis de CIC en cada parcela</i>	86
Tabla 26 <i>CIC para diferentes tipos de texturas del suelo</i>	87
Tabla 27 <i>Criterios de evaluación de la capacidad de intercambio catiónico</i>	89
Tabla 28 <i>Resultados del análisis de cationes</i>	92
Tabla 29 <i>Relación de cationes</i>	93

Tabla 30 <i>Niveles de fósforo en el suelo.....</i>	95
Tabla 31 <i>Resultados de análisis biológico.....</i>	96
Tabla 32 <i>Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 1</i>	118
Tabla 33 <i>Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 2</i>	119
Tabla 34 <i>Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 3</i>	121
Tabla 35 <i>Tabulación de encuesta de producción convencional parte 1</i>	123
Tabla 36 <i>Tabulación de encuesta de producción convencional parte 2</i>	124
Tabla 37 <i>Concentración de formaldehidos de la parcela agroecológica 1.....</i>	128
Tabla 38 <i>Concentración de compuestos volátiles en la parcela agroecológica 1.....</i>	129
Tabla 39 <i>Concentración de PM2.5 cada dos horas por una semana en la parcela agroecológica 1.....</i>	130
Tabla 40 <i>Concentración de PM 10 en la parcela agroecológica 1</i>	131
Tabla 41 <i>Concentración de formaldehidos en la parcela agroecológica 2.....</i>	132
Tabla 42 <i>Concentración de compuestos volátiles en la parcelas agroecología 2.....</i>	133
Tabla 43 <i>Concentración de PM 2.5 en la parcela agroecológica 2</i>	134
Tabla 44 <i>Concentración de PM 10 en la parcela agroecológica 2</i>	135
Tabla 45 <i>Concentración de formaldehidos en la parcela convencional</i>	136
Tabla 46 <i>Concentración de compuestos volátiles den la parcela convencional</i>	137
Tabla 47 <i>Concentración de PM 2.5 en la parcela convencional.....</i>	138
Tabla 48 <i>Concentración de PM 10 cada dos horas por una semana en la parcela convencional</i>	139
Tabla 49 <i>Resultados de análisis de agua de la fuente de agua parte 1</i>	140
Tabla 50 <i>Resultados de análisis de agua de la fuente de agua parte 2</i>	141
Tabla 51 <i>Resultados de análisis del agua de las parcelas parte 1</i>	142
Tabla 52 <i>Resultados de análisis del agua de las parcelas parte 2</i>	142
Tabla 53 <i>Resultados de análisis de las tres muestras de suelos</i>	143

ÍNDICE ANEXOS

Anexos A Modelo de encuesta de producción.....	103
Anexos B Modelo de encuesta de salud.....	106
Anexos C Resultado de encuestas de producción agroecológica.....	109
Anexos D Resultado de encuestas de producción convencional.....	112
Anexos E Mapas.....	114
Anexos F Resultados muestreo de aire de parcela agroecológica 1.....	118
Anexos G Resultados muestreo de aire en parcela agroecológica 2.....	122
Anexos H Resultado del muestreo de aire de la parcela convencional.....	126
Anexos I Resultados de análisis de las muestras de agua de la fuente.....	130
Anexos J Resultados de análisis de las muestras de agua de riego.....	131
Anexos K Resultados análisis de suelo.....	132
Anexos L Resultados análisis de agua del laboratorio agua y suelo de la Universidad Politécnica Salesiana-Cayambe - Agua.....	133
Anexos M Resultados análisis de las muestras de suelo del laboratorio agua y suelo de la Universidad Politécnica Salesiana-Cayambe - suelo.....	139

SIGLAS Y ABREVIATURA

CaCO₃	dureza
CIC	capacidad de intercambio catiónico
Cl-	cloruros
DBO₅	demanda biológica de oxígeno en el transcurso de 5 días
DQO	demanda química de oxígeno
E.C.	conductividad eléctrica
H₂CO₃	carbonatos
HCHO	cantidad de formaldehidos
HCO₃-	bicarbonatos
NO₃-	nitratos
OD	oxígeno disuelto
ORP	potencial de óxido reducción
pH	potencial de hidrógeno
PM₁₀	material particulado de 10 µm
PM_{2.5}	material particulado de 2,5 µm
PSI	porcentaje de sodio intercambiable
RAS	relación de absorción de sodio
SO₄	sulfatos
SPG	sistema participativo de garantías
TDS	sólidos disueltos totales
TVOC	compuestos orgánicos volátiles

RESUMEN

La presente investigación propone determinar el impacto socio-ambiental que produce las prácticas agroecológicas y convencionales a través de un monitoreo ambiental comunitario en tres parcelas localizadas en distintas zonas del cantón Cayambe provincia de Pichincha; Ayora y Santa Rosa de Ayora, con la finalidad de comparar los resultados que evidencian las diferencias en los aspectos salud, económico y ambiental de ambas producciones agrícolas.

El presente estudio se realizó en colaboración de las productoras pertenecientes a la red de productores agroecológicos BIOVIDA y dos agricultores convencionales. En cada finca objeto de estudio se observó de forma integral los agroecosistemas. En cada finca se realizaron análisis de agua, suelo y aire con la finalidad de ver cuál es el estado de estos aspectos y correlacionar con el modo de producción. Adicional, se entrevistó y encuestó a los y las agricultoras para establecer su percepción de salud estimando una muestra aleatoria.

Los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y biológicos realizados a cada una de las parcelas de la investigación arrojaron resultados similares en cada uno de los parámetros analizados, determinando que la calidad ambiental de ambos sistemas agrícolas se encuentra en condiciones similares para el desarrollo óptimo de los cultivos. Así mismo se pudo constatar que la diferencia más sobresaliente de ambos modelos de producción radica en los beneficios obtenidos a futuro en cuanto a salud percibida, socioeconómica y conservación de la fertilidad del suelo.

Las encuestas y entrevistas permitieron diferenciar los aspectos de producción, monto económico percibido antes y durante la pandemia, así como también la percepción de salud durante los años de trabajo que vienen realizando. Los resultados denotan un contraste muy evidente en cada uno de los modelos de producción, principalmente en los aspectos de salud y económico. Se

determinó que la exposición prolongada a los agrotóxicos acarrea problemas de salud afectando principalmente a las mujeres ocasionando cuadros de infertilidad y abortos espontáneos. En cuanto al aspecto económico; la diferencia de extensión de terreno, formas de producción y conservación del suelo fueron relevantes para determinar que la agroecología se destaca de una mejor manera en términos de sustentabilidad.

Palabras claves: Agroecología, agroecosistemas, recursos naturales, salud ambiental, sustentable, agricultura.

SUMMARY

This research proposes to determine the socio-environmental impact produced by agroecological and conventional practices through community environmental monitoring in three plots located in different areas of the Cayambe canton, Pichincha province; Ayora and Santa Rosa de Ayora, in order to compare the results that show the differences in the health, economic and environmental aspects of both agricultural productions.

The present study was carried out in collaboration with the producers belonging to the BIOVIDA agroecological producers network and two conventional farmers. Agroecosystems were comprehensively observed in each farm under study. In each farm, water, soil and air analyzes were carried out in order to see what the state of these aspects is and correlate with the mode of production. Additionally, farmers were interviewed and surveyed to establish their perception of health by estimating a random sample.

The results obtained from the physical, chemical and biological analyzes carried out on each of the research plots yielded similar results in each of the analyzed parameters, determining that the environmental quality of both agricultural systems is in similar conditions for optimal development. Of crops. Likewise, it was found that the most outstanding difference of both production models lies in the benefits obtained in the future in terms of perceived health, socioeconomic status and conservation of soil fertility.

The surveys and interviews made it possible to differentiate the production aspects, the economic amount received before and during the pandemic, as well as the perception of health during the years of work that they have been doing. The results show a very evident contrast in each of the production models, mainly in the health and economic aspects. It was determined that

prolonged exposure to pesticides causes health problems, mainly affecting women, causing infertility and spontaneous abortions. Regarding the economic aspect; the difference in land area, forms of production and soil conservation were relevant to determine that agroecology stands out in a better way in terms of sustainability.

Keywords: Agroecology, agroecosystems, natural resources, environmental health, sustainable, agriculture.

1. INTRODUCCIÓN

“La agricultura es la actividad agraria que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de los cultivos” (Hidalgo y Alcívar, 2017, p.18). Es una actividad muy importante debido a que influye en el ámbito social, económico y ambiental. En el Ecuador representa el 8% del Producto Interno Bruto.

La agricultura en sus inicios comprendía una serie de técnicas ancestrales heredados por los pueblos y comunidades campesinas milenarias, basándose en el cuidado y respeto del ambiente, caracterizándose por sus formas de manejo, sabiduría, sustentabilidad y significados prácticos sobre la agricultura. Con la llegada de la revolución verde, agricultura moderna o convencional, “y la consecuente necesidad del incremento de alimentos, la agricultura, que hasta ese momento había sido de carácter tradicional, se transforma progresivamente” (Andrade, 2012, p.1), en un nuevo modelo más mecanizado, intensificando la realización de monocultivos y el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas).

Según Escobar (2016) a raíz de este cambio repentino en el modo de producción empieza a surgir un sin número de interrogantes sobre los costos ambientales asociados a ella, especialmente, en su forma actual, es decir, por los tipos de producción que se están desarrollando. En este sentido, resulta interesante mirar cuál es el modelo de producción predominante, cómo funciona, cuáles son sus límites y también qué cambios se pueden esperar tanto en la demanda de productos agrícolas como en los sistemas de cultivo mismos (p.45).

En el Ecuador y específicamente en el cantón Cayambe podemos encontrar actualmente ambos modelos de producción muy bien diferenciados en la zona; convencional y agroecológico.

La agricultura convencional se basa en los principios de la revolución verde, la misma que se caracteriza por el uso de maquinaria agrícola, semillas mejoradas, agroquímicos y cuyo único propósito ha sido el aumentar la producción de alimentos orientada al mercado sin tomar en cuenta los daños que se puedan producir en el medioambiente y a la salud de los campesinos (Heifer, 2018, p.1).

Por otra parte, los sistemas agroecológicos “tienen una relación muy directa y consistente con la racionalidad productiva de la agricultura tradicional, que mantiene en su estructura muchas prácticas ecológicas muy importantes.” (Instituto de Desarrollo Agropecuario, 2018, p.9). Las prácticas que se manejan en este modelo productivo son variadas, pero por lo general se utilizan, rotación de cultivos, conservación de semillas, diversidad de cultivos, el uso de materia orgánica para mejorar las condiciones del suelo y de la fertilidad, el uso y los sistemas de intercambio, la diversificación natural de los sistemas donde la ganadería, la agricultura, la forestería y la recolección pueden estar combinadas de manera muy natural.

En contexto con lo anterior expuesto, el presente trabajo de investigación plantea estimar los impactos ambientales que generan ambos modelos de producción a través de un monitoreo ambiental comunitario, en donde se podrá ver reflejado las diferencias en cuanto a la contaminación, rendimiento de cultivos, control de plagas, calidad de los recursos agua, suelo y aire, así como también la salud de los productores. Para llevar a cabo este monitoreo, se requirió de la participación de los productores de BIOVIDA quienes trabajan bajo el distintivo del Sistema Participativo de Garantías (SPG) que garantiza el uso de prácticas agroecológicas, así como también de agricultores que lleven más de 2 años utilizando prácticas convencionales dentro de sus parcelas. Mediante la aplicación de encuestas y entrevistas, pudimos determinar el estado de salud que perciben los agricultores a través de los años diferenciado por modelo de producción

que usen, así como también se determinó la calidad de agua, suelo y aire para diferenciar las condiciones en las que se encuentra dichos recursos con el fin de establecer el grado de contaminación que presentan y compararlo con los parámetros normales establecidos por las leyes nacionales e internacionales.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la calidad del entorno natural a través de un monitoreo ambiental comunitario de dos agroecosistemas en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha.

2.2. Objetivos Específicos

- Levantar información ambiental de 2 agroecosistemas a través de indicadores físicos, químicos y biológicos.
- Levantar información socio-económica de 2 agroecosistemas
- Levantar información cartografía de 2 agroecosistemas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Tipos de agricultura

3.1.1. *Agricultura convencional*

La agricultura convencional es un modelo productivo donde los sistemas agrarios están estructuralmente muy simplificados por las tecnologías tradicionales. Estos sistemas son vulnerables ante cualquier perturbación, necesitando grandes cantidades de energía no renovable para su mantenimiento. Como consecuencia, se producen desequilibrios agroecológicos, debido al modelo productivista que se denominó “revolución verde”, basado en la aportación de determinadas cantidades de abonos, fitosanitarios, herbicidas y combustibles, así como el uso de semillas modificadas genéticamente para aumentar el rendimiento de los cultivos. (Heras, et al., 2003, p.11)

Las prácticas de manejo utilizadas en el modelo productivo convencional tienen la característica de contribuir y favorecer a la alta productividad a corto plazo, comprometiendo así la productividad de los cultivos en el futuro. “En consecuencia, cada vez es más evidente que las condiciones necesarias para sostener la productividad se están erosionando” (Gliessman, 2002, p.6).

Por lo tanto, podemos establecer una relación causa-efecto entre la agricultura convencional y la erosión del suelo. La labranza intensiva combinada con el monocultivo y la rotación de cultivos cortas, hace que el suelo esté expuesto al efecto erosivo del viento y la lluvia. El suelo que se pierde de esta manera es rico en materia orgánica, el componente de mayor valor. (Borja y Valdivia, 2006, p.61)

3.2.3. *Agroecología*

El término agroecología nace en los años 70, pero la práctica de la agroecología es tan antigua como los orígenes de la agricultura. Para Hecht (1998), “la agroecología tiene un enfoque de la

agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; está no solo se basa en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción” (p.18), por lo cual es un estudio que se da netamente dentro del campo de cultivo, tales como relaciones depredador/presa o competencia de cultivo/maleza. El propósito de la agroecología es iluminar la forma, dinámica y las funciones del campo disminuyendo los impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, convirtiéndola en un área sostenible y reduciendo el uso de insumos externos como son los plaguicidas.

3.2. Agricultura

“La agricultura es una práctica humana que combina diversas técnicas y saberes en el tratamiento de la tierra con el objetivo de producir alimentos de origen vegetal y animal, tales como frutas, verduras, hortalizas, cereales, entre otros” (Altieri y Nicholls, 2000, p.51). La agricultura es una actividad que relaciona tres aspectos importantes: lo económico, la explotación de los recursos y la modificación del medio ambiente.

3.3. Agroecología en Ecuador.

La agroecología en el Ecuador se consolida como el motor de un movimiento social heterogéneo, dinámico y edificador de respuestas ante la crisis de los sistemas agroalimentarios. Para entender la historia de este proceso hay que remontarse a los complejos sistemas agrícolas tradicionales, considerados patrimonio de los pueblos indígena-campesinos. En tiempos más contemporáneos la agroecología se ha nutrido del aporte de actores sociales que enfrentándose al paradigma desarrollista y a la tecnocracia empresarial modernizante, lograron impulsar el movimiento (Gortaire, 2017, p.1).

Según Wong, (2007) la mayor parte de la actividad agroecológica en el Ecuador se concentra en la región Sierra con un 58%, seguidamente por la región Costa con un 36% y por último la región Amazónica con un 6%. En la presente investigación nos focalizamos en la provincia de Pichincha en

donde podemos encontrar la mayor cantidad de productores agroecológicos organizados. Así mismo, Pichincha se ha catalogado como soberana y agroecológica, a partir de la expedición de la Ordenanza para Fomentar la Producción de Alimentos Agroecológicos, donde se define lo siguiente: “El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha apoya a la producción agroecológica con una medida estratégica para alcanzar la soberanía alimentaria y el buen vivir en su territorio” (ORDENANZA PARA FOMENTAR LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS AGROECOLÓGICOS, 2012, p.3).

3.4. Agroecología en el Cantón Cayambe.

Cayambe es un cantón que posee 85 795 habitantes de los cuales 11 112 personas se dedican a la agricultura, ganadería y silvicultura; de la superficie total de Cayambe, el 55% es utilizada para la agricultura, esta actividad es el sustento de los habitantes rurales ya sea de forma comercial o para autoconsumo (López, 2013).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe ha venido trabajando en los últimos años para que la agroecología alcance una mayor relevancia dentro del cantón; con fecha 8 de marzo de 2018 expide la Ordenanza Municipal de Regulación del Uso de Espacio Público para la Comercialización de Productos Sanos en Ferias Agroecológicas que hace que los productores puedan impulsar la venta de sus productos en las ferias. Así mismo esta ordenanza promueve la venta y consumo de productos agroecológicos de buena calidad, peso, precio justo y sobre todo saludable (GADIP CAYAMBE, 2018).

Dentro de la historia del pueblo Kayambi que abarca a los cantones de Cayambe, Pedro Moncayo, Otavalo y El Chaco, ha existido una identidad agropecuaria que ha sido moldeada por sus pobladores en todo su territorio manteniendo una relación respetuosa con la naturaleza. Con el pasar de los años,

la agricultura familiar, campesina e indígena fue relegada por la “modernización de la agricultura” que indujo el cambio del uso del suelo para dar paso a la producción de flores de exportación o el cultivo de pastos para ganadería de leche, imponiéndose un modelo de producción de monocultivos, basándose en el uso de pesticidas, fertilizantes sintéticos y maquinaria agrícola, tecnologías que erosionan los conocimientos ancestrales, y que contamina los suelos, el agua, el aire que repercute en la salud de los pobladores. (Carvajal et al, 2020).

3.5. Sistema Participativo de Garantías (SPG)

El SPG consiste en una propuesta de ecoetiquetado campesino, la cual expresa la generación de impacto ambiental por obtención de un producto, este tipo de sello lo ha venido desarrollando la organización Resak-Bio-vida, además el SPG cuenta con elementos que se alinean a la agroecología, los cuales son: visión compartida, participación corresponsable, transparencia, confianza y proceso pedagógico (Robles, 2019, p.9).

3.6. Soberanía alimentaria

La soberanía alimentaria para está incluida dentro de los derechos del buen vivir de la nueva Constitución del Ecuador; esta promueve relaciones de equilibradas entre seres humanos y naturaleza, suelo, agua, aire para garantizar la producción actual y la futura de alimentos adecuados para todas y todos priorizando que la producción agrícola local abastezca a la población garantizando el consumo de alimento sano, además de favorecer la economía, política y cultura de los pueblos. El concepto de “Soberanía Alimentaria” nace a partir de los debates de los campesinos sobre los impactos de la globalización neoliberal en la agricultura. La desigualdad no solo se basa en el poder de la agroindustria sino también de los subsidios gigantescos que recibe la misma por los Estados capitalistas centrales, mientras que las agriculturas campesinas, desde mediados de los años 80, se quedaron casi sin ningún apoyo público. La soberanía alimentaria garantiza el acceso

y consumo de alimentos “sanos, suficientes y nutritivos” lo cual involucra los roles del Estado, la economía, la organización gubernamental, las relaciones campo y ciudad, y los sectores sociales vulnerables donde se presentan los problemas de malnutrición, desnutrición y hambre.

En el Ecuador, la soberanía alimentaria es una realidad desde el año 2010 donde se aprueba la Ley Orgánica de Régimen de Soberanía Alimentaria (LORSA). La LORSA plantea garantizar la autosuficiencia e incentivar el consumo de alimentos sanos, nutritivos de origen agroecológico y orgánico, promover prácticas de manejo de biodiversidad y su entorno natural, facilitar la producción y distribución de insumos orgánicos y estimular la producción agroecológica, orgánica y sustentable. (Lasso, 2020)

Para que esto sea posible y las instancias de planificación de ejecución para adoptar políticas y normas según la Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria del Estado Ecuatoriano (2014), son:

- Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.
- Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos;
- Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.
- Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.
- Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculadas a ellas; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

- Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como las de comercialización y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos (p.2).

Asegurar el acceso democrático a la tierra es esencial para alcanzar la soberanía alimentaria. Esto demanda el desarrollo de políticas públicas claras para salvaguardar la tierra como bien, y no sólo como simple factor de producción; como un préstamo que nos hacen las futuras generaciones, con la condición de que la cuidemos para que sobreviva en su genuina función, para que facilite alimentos a la población y sea un medio de vida para los campesinos, lo que es aún más crítico en el caso de los territorios que son espacios de vida para las poblaciones indígenas particularmente (Acosta y Bravo, 2012). Pero a pesar de que existe la ley, no han existido avances en este tema, puesto que el estado ha continuado favoreciendo a las élites industriales, sin que exista políticas públicas reales que favorezcan o ayuden a los pequeños productores.

Para Heinisch, (2013) la soberanía alimentaria, coincide con los principios agroecológicos fortaleciendo principalmente aquellos relacionados con la búsqueda de autonomía, enfatizando la importancia de la producción local y adecuada, para dar cumplimiento al derecho a la alimentación. Además, apuntala procesos participativos para la selección de las políticas agrícolas y alimentarias, en función de reconocer el derecho de los campesinos a producir alimentos y a recibir un precio justo, así como el derecho de los consumidores a escoger sus alimentos con precios accesibles (p.11).

De esta manera, se pueden ir reconociendo los puntos de encuentro que existen entre la propuesta agroecológica y las prácticas hacia la soberanía alimentaria elementos claves como la distribución de los recursos productivos; acceso seguro y permanente de alimentos sanos, suficientes y nutritivos; y reconocimiento de formas de organización de

la producción y de las economías comunitarias, forman parte de este encuentro. La soberanía alimentaria se consolida como parte fundamental del discurso y la práctica agroecológica (Daza y Valverde, 2014, p.45).

3.7. Agricultura familiar

La agricultura familiar es una actividad productiva realizada en conjunto por todos los miembros de una familia, se constituye sin duda una de las aliadas de la Seguridad Alimentaria, este tipo de agricultura doméstica provee de la mayoría de alimentos sanos y nutritivos a la población, brindando además un fuerte sostén económico a los productores y familias (Bolaños, 2018). Esta agricultura es de suma importancia para minimizar los impactos del cambio climático ya que no existe desperdicio de material orgánico puesto que este es utilizado para elaborar compost o para la alimentación de los animales que posea la familia; esto disminuye la generación de gases de efecto invernadero.

Esta actividad juega un rol fundamental en el contexto rural, potenciando y enlazando el desarrollo económico, social y ambiental de la comunidad. Incluso en el sector urbano, la Agricultura Familiar facilita la conexión con la ruralidad, los orígenes y lo ancestral, alimentándose no sólo con comida, sino también con historia (Fundación TIERRA, 2019).

El 45% de los alimentos que llegan a la zona urbana proviene de la agricultura familiar de esta forma, se observa como la red constituye una estructura social-productiva, mejorando los ingresos y el acceso a mejores alimentos para el consumo familiar.

A nivel mundial se está considerando que la agricultura familiar aumentará la oferta de alimentos, reducirá los índices de desempleo, sacará de la pobreza a la población de América, protegerá y conservará la biodiversidad agrícola del mundo, hará uso sostenible de los recursos

naturales y ligada a la seguridad alimentaria, considerándola además clave en el desarrollo de enfoques alternativos de producción, como la Agroecología (Beltrán y Cuarán, 2015).

3.8. Movimiento de “La Vía campesina”

La Vía Campesina promueve la agroecología y reconoce a los pequeños agricultores, incluyendo campesinos, pescadores, pastores, trabajadores agrícolas y rurales, y los pueblos indígenas, que representan casi la mitad de la población mundial, son capaces de producir alimentos para sus comunidades y alimentar al mundo de una manera sostenible y saludable. Las semillas son un pilar insustituible de la producción de alimentos y la base de la reproducción productiva, social y cultural. Las mujeres desempeñan un papel fundamental en La Vía Campesina, ya que el movimiento defiende sus derechos y la igualdad de género, lucha contra la violencia a la mujer y los jóvenes aportan su fuerza inspiradora en el movimiento. Incluye la lucha por la tierra y la reforma agraria garantizando que los derechos del uso y gestión de la tierra, territorios, aguas, semillas, ganado y la biodiversidad estén en las manos de aquellas personas que producen los alimentos y no del sector empresarial (Movimiento Campesino Internacional, 2001, p.1).

3.9. Salud ambiental

El concepto de salud ambiental ha ido evolucionando con el tiempo, la OMS en 1972 lo vinculaba con el control de los procesos químicos, físicos y biológicos, influencias o factores que ejercían efecto directo o indirecto significativo en la persona y la sociedad. La OMS revisó este concepto en 1989 y lo separó en dos: una parte sustantiva (aspectos de salud determinados por el medio ambiente) y otra parte activa, ampliada con el concepto de evaluación y control (Rengifo, 2008, p.404).

Para la OMS el término “salud ambiental” involucra aspectos de la salud y enfermedades humanas que son determinados por factores ambientales. La organización lo define específicamente como:

La salud ambiental comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales. También se refiere a la teoría y práctica de evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar de forma adversa la salud de la presente y futuras generaciones. (Ordoñez, 2000, p.139)

El documento final, la Agenda 21, señala que los principales problemas de salud que aquejan a la población del mundo tienen como causa principal la pobreza, el acelerado crecimiento demográfico y el consumo exacerbado de algunos países que mantienen estilos de desarrollo inapropiados. La salud está íntimamente ligada con el desarrollo, así, un desarrollo insuficiente lleva a la pobreza, la que trae consigo problemas de salud y ambiente. Lo mismo, un desarrollo inadecuado lleva a un consumo excesivo que también apareja problemas de salud y ambiente. Ambos se ven trastornados por el crecimiento poblacional inarmónico (Rengifo, 2008, p.404).

3.9.1. Salud del Agua

En la agricultura la calidad del agua es un importante factor a considerar para la obtención de altos rendimientos agrícolas, además adquiere cada día más actualidad e importancia debido a la limitación de los recursos hídricos y al aumento de la contaminación de las fuentes hídricas que usan los campesinos para satisfacer la demanda hídrica de sus cultivos. El uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos; estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad

específica sobre los cultivos y otros (Moreno y Moral, 1996).

Para Acosta y Salvadori (2017) el agua de mala calidad utilizada para riego con fines agronómicos tiene efectos importantes a corto y largo plazo. Los efectos a corto plazo, son aquellos que se relacionan directamente con las variables de producción y calidad de cultivos, mientras que, a largo plazo, el uso continuo de aguas de mala calidad produce cambios perjudiciales en las propiedades edáficas, llegando a obtener en algunos casos, un suelo que se clasifica como no apto para agricultura. Sin tener en cuenta el origen del agua, la misma debe cumplir la calidad que se exige para ser utilizada como agua de riego. Únicamente en determinadas situaciones o para algunas producciones particulares, pueden variarse los límites establecidos, aun así, se debe tener en cuenta que su uso prolongado no afecte las propiedades del suelo (p. 2).

3.9.1.1. Calidad de agua de riego: La FAO 2011 (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) con el fin de aumentar la productividad y la calidad del agua de riego ha implementado leyes necesarias para garantizar la calidad de los productos. El concepto de según Wescott (2002) se refiere a las características que puedan afectar su adaptabilidad a un uso específico. Según la OEA 2014 (Organización de los Estados Americanos) en un estudio realizado sobre el uso de agua para la agricultura, define la calidad del agua por una o más características físicas, químicas o biológicas que pueden variar significativamente, donde el principal problema que se identifica es lo referente a la salinidad que posee la misma.

Dentro de los parámetros importantes a considerar para la calidad de agua son:

3.9.1.1.1. Contenido total de sales El contenido de sales es uno de los aspectos más importantes para la calidad del agua de riego, ya que en cantidades superiores a 1 g/L puede ser peligroso, este parámetro se determina midiendo la conductividad eléctrica. “La conductividad eléctrica indica que una corriente eléctrica pasa a través del agua mientras mayor sea el contenido de sales solubles ionizadas, mayor será el valor de conductividad eléctrica” (Sadzawka, 2006, p.1).

3.9.1.1.2. Iones que afectan a la calidad de agua de riego Los iones importantes contenidos en el agua de riego y los cuales ayudan a determinar la calidad de agua de riego los encontramos en la tabla 1.

Tabla 1

Iones contenidos en el agua de riego

Cationes	Aniones
Calcio	Cloruros
Magnesio	Sulfato
Sodio	Bicarbonatos
Potasio	Carbonatos

Nota: En la tabla se enlista los aniones y cationes que se utilizaron para determinar la calidad del agua de riego. *Fuente: La investigación*

Ion calcio (Ca) “Este ion interviene en el crecimiento de las raíces de las plantas proporciona constancia en los tejidos, participa en la actividad enzimática” (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000), por lo cual puede provocar que la planta se enferme de clorosis o detiene su crecimiento.

Ion magnesio (Mg) “El magnesio forma parte de la clorofila e interviene en la formación de

hidratos de carbono aumentando la resistencia de la planta a un medio adverso” (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000), la ausencia de este ion provoca un amarilleo en las hojas de la planta.

Ion potasio (K) “El potasio regula las funciones enzimáticas de las plantas, interviene en la fotosíntesis, por lo que su deficiencia se refleja en el retraso de crecimiento de la planta” (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000), provocando que la cosecha tarde más de lo previsto.

3.9.1.1.3. Alcalinidad Las aguas que presentan una alcalinidad alta producen en el suelo un alto pH., teniendo como consecuencia que algunos nutrientes, pese a su presencia en el sustrato, dejen de ser disponibles, lo cual significaría una carencia para el suelo regado con esta agua. Uno de los nutrientes más afectados por la alcalinidad es el hierro (Puñales y Aguilar, 2016), cuya falta se manifiesta enseguida en las hojas jóvenes de las plantas, que presentan síntomas de clorosis intervenal.

3.9.1.1.4. Relación de adsorción de sodio (RAS)

“La relación de adsorción de sodio es un valor que expresa la actividad relativa del ion sodio presente en el agua de riego o en los extractos de suelo durante las reacciones de intercambio” (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000), este valor se obtiene por la relación de adsorción de los iones de calcio y magnesio. Para determinar la calidad de agua de riego de las parcelas agroecológicas y la parcela convencional se utilizó los datos de las concentraciones de cationes de Ca, Mg y Na en meq/L, es posible determinar la relación de adsorción RAS (Puñales y Aguilar, 2016) a partir de la ecuación [1]:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

3.9.1.1.5. Dureza (CaCO₃)

El grado de dureza que tiene el agua de riego “se refiere al contenido de calcio y magnesio en aquellas. Por lo cual las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y

compactos” (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000). Cuando se trata de rescatar suelos con excesivo contenido en sodio, es muy aconsejable, a ser posible, el empleo de aguas duras. Para determinar la calidad de agua de riego para las parcelas agroecológicas y convencionales se tomó en cuenta el parámetro de dureza donde se utilizó los datos de concentración de cationes de Ca y Mg en meq/L, es posible determinar la dureza del agua para riego (Rosenzvaig y Sagripanti, 2000) mediante la ecuación [3]:

$$\text{Grados hidrotimétricos franceses} = \frac{2,5 * Ca^{2+} + 4,12Mg^{2+}}{10}$$

3.9.1.1.6. Carbonato de sodio residual (CSR)

Cuando el agua de riego el contenido de carbonatos y bicarbonatos es mayor que el de Ca y Mg, existe la posibilidad de que se forme carbonato de sodio debido a su alta solubilidad. El CSR no es un parámetro de riesgo, cuando se usa agua en fertirrigación, ya que los CO_3^{2-} y HCO_3^- pueden ser destruidos mediante el uso de ácidos (Gómez et al., 2015). Este índice se calcula de la siguiente ecuación [4]:

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Cuando la diferencia es negativa no existe el problema y puede suponerse que es igual a cero.

3.9.1.1.7. Oxígeno Disuelto (OD)

Este parámetro permite determinar la cantidad de oxígeno en estado gaseoso disuelto en el agua. “La cantidad real depende de otros factores, como la temperatura y la salinidad para determinar la pureza del agua” (Metcalf y Eddy, 1995, p. 97).

3.9.2. Salud del Suelo

La situación que presentan los sistemas productivos del sector agrícola y su incidencia sobre los ecosistemas que se suman a la necesidad creciente de producir alimentos y de

diversificar la matriz productiva del país, condujo a analizar el concepto que manifiesta la expresión de la revolución verde, el desarrollo agrícola y la industria, en la economía ecuatoriana (Burgos et al, 2018, p1).

La salud del suelo se puede definir como “la capacidad de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema para sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental, y promover la salud de plantas y animales” (Doran y Parkin, 1994, p.7).

Esta definición se puede considerar integral, ya que liga la capacidad funcional del suelo a todos los roles y circunstancias en los cuales se inscribe este recurso en la naturaleza.

Para Rodríguez (2017) la salud del suelo se considera como su capacidad para funcionar como un sistema vivo. Los suelos sanos mantienen una comunidad variada de organismos que ayudan a que este cumpla con sus variadas funciones y servicios ecosistémicos. Un suelo vivo y sano es indispensable para la seguridad alimentaria y nutricional (p.23).

La salud del suelo también es un término apropiado porque no solo aborda el concepto del suelo como un sistema vivo, sino también el aspecto de que incorpora todas las facetas de los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo en un sistema holístico en el que todas sus funciones son importantes (Larkin, 2015). Estos atributos son determinados a través de indicadores que proporcionan una imagen más completa de la salud y función del suelo.

En general no existe un suelo en específico que pueda catalogarse como sano, ya que cada suelo tiene limitaciones que están determinadas por el clima y el tipo, por lo cual no existe un criterio único que defina un suelo saludable. Sin embargo, hay varios parámetros que podemos tomar en cuenta que son característicos de un suelo sano, estos son: (a) altos niveles de materia orgánica, que estabiliza la estructura del suelo, proporciona energía y nutrientes, y aumenta la fertilidad del suelo y las relaciones con el agua; (b) alta inclinación (estructura suelta y friable),

que apoya el establecimiento de cultivos y el crecimiento de raíces y plantas, y ayuda en el movimiento de aire y agua; (c) alta capacidad de retención de agua y drenaje, que almacena y suministra agua y previene el encharcamiento y la lixiviación de nutrientes; (d) un suministro adecuado y accesible de los nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas y el mantenimiento de un ciclo equilibrado de nutrientes (sin embargo, el exceso de nutrientes puede provocar toxicidad, lixiviación, escorrentía y contaminación); e) profundidad suficiente para el crecimiento de las raíces y para compensar las fluctuaciones meteorológicas y evitar las sequías y las inundaciones; (f) poblaciones grandes y diversas de organismos benéficos del suelo, necesarios para el ciclo de nutrientes, la descomposición, la estructura del suelo y la supresión de patógenos y plagas; y (g) poblaciones bajas de patógenos y plagas de plantas, para niveles más bajos de enfermedades y estrés de las plantas. Además, los suelos saludables deben ser (h) resistentes a la degradación (capaces de resistir eventos adversos como erosión, exceso de lluvia, sequía, etc.) y (i) resilientes en su capacidad para recuperarse de condiciones desfavorables y tensiones. (Larkin, 2015). Los parámetros que permiten determinar la calidad y salud del suelo son los siguientes:

3.9.2.1. Indicadores Físicos:

3.9.2.1.1. *Densidad Aparente (DA)*

Para Ramírez Carvajal (1997) es la relación existente entre la masa y el volumen de suelo. en este volumen está considerado todo el espacio poroso existente. Es una característica que nos da a conocer las condiciones en las cuales se encuentra el suelo con respecto a la compactación, la porosidad. la disponibilidad de agua y de oxígeno (p.9).

3.9.2.1.2. *Textura*

“Es la distribución de las partículas del suelo expresada en porcentaje. Estas partículas son: la arena (2 - 0.02 mm), el limo (0.02 - 0.002 mm) y la arcilla (0.002)” (Ramírez Carvajal,

1997, p.10).

3.9.2.1.3. Porcentaje de Porosidad.

“La porosidad del suelo superficial determina en gran medida los procesos de infiltración y escurrimiento del agua que influyen en la erosión hídrica y el transporte de agua en el suelo” (Horowitz y Walling, 2005, p.270).

3.9.2.2.Indicadores Químicos

3.9.2.2.1. pH

El pH del suelo expresa el grado de acidez del suelo, es decir la concentración (en forma logarítmica) de hidrogeniones H^+ que existen en el suelo. En la escala de pH el valor máximo es de 14, siendo el valor de $pH=7$, el correspondiente a un suelo neutro. Son ácidos todos aquellos que tienen valores inferiores a 7, y básicos todos los superiores a éste. (Soriano, 2011, p.2)

“El pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles (solubles o insolubles) para su absorción” (Bárbaro et al, 2005, p.2).

3.9.2.2.2. Conductividad Eléctrica

La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales. (Bárbaro et al, 2005, p.7)

3.9.2.2.3. Materia Orgánica (MO)

Maturana (2003) indica que la MO consiste en la presencia de residuos vegetales en diversas fases de descomposición y restos de organismos y microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) que viven en el suelo y sobre él. El contenido y calidad de la

materia orgánica, depende del tipo de suelo, su manejo agronómico, el tipo de vegetación y las características climáticas (p.75).

3.9.2.2.4. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La capacidad de Intercambio catiónico (CIC) del suelo es la cantidad total de cargas negativas que están disponibles en la superficie de las partículas del suelo, principalmente en las arcillas y en la materia orgánica (MO). Estos parámetros son indicadores de fertilidad en los suelos, razón por la que es relevante determinar si se encuentran en cantidades y a la profundidad idónea para las plantas. (García, 2015, p.41).

3.9.2.2.5. Macronutrientes

Para Villasanti (2013) los macronutrientes “deben estar presentes en el suelo en mayores cantidades para ser aprovechado por los cultivos, su presencia es indispensable para el crecimiento y fructificación de las plantas. Los principales Macronutrientes son: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg)” (p.11).

3.9.2.2.6. Micronutrientes

Los micronutrientes son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pero al igual que los Macronutrientes son indispensables, pues su deficiencia ocasiona en la mayoría de los casos desórdenes fisiológicos en las plantas. Los principales Micronutrientes son: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl), Azufre (S) (Villasanti, 2013, p.11).

3.9.2.2.7. Fósforo

Según Munera y Meza (2012) el fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se

reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes. La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 % (p.4).

3.9.2.3.Indicadores Biológicos

3.9.2.3.1. *Microorganismos Mesófilos Aerobios.*

Son todas las bacterias, mohos y levaduras que tienen la capacidad de desarrollarse a una temperatura de 30°C, pero pueden hacerlo en rangos muy amplios de temperaturas inferiores y mayores a los 30°C. El recuento de este tipo de microorganismos permite conocer el grado de contaminación de una muestra, se lleva a cabo a partir de diluciones decimales de la muestra, que se inoculan en placas vertidas en agar cuenta estándar (Ramírez, 2017, p.20).

3.9.3. *Salud del Aire*

La contaminación ecológica a menudo es imposible de confirmar a un espacio físico determinado. Las acciones realizadas en un lugar pueden tener efectos substancialmente adversos en lugares remotos. En cuanto, a los problemas ambientales se pueden manifestar que no solo se da a nivel global, por el contrario, se dan a nivel local como es el caso de las florícolas, por ello, la contaminación generada en las florícolas también son parte de un problema mundial, ya que las personas expuestas a los pesticidas, fungicidas necesarios para garantizar el cultivo de rosas sin plagas (Imbaquingo, 2016).

Es por esto que la contaminación del aire es un factor importante de riesgo al medio ambiental para la salud de la población, así se menciona también en (Organización Mundial de la Salud, 2018) ya que uno de los causantes del incremento de la mortalidad es la exposición a

partículas pequeñas de 2,5 micrones (PM_{2,5}) o 10 micrones (PM₁₀) provenientes de los fertilizantes, vehículos, ganadería, etc., que al estar una persona en exposición prolongada o estar expuestos a concentraciones muy elevadas estas causan enfermedades cardiovasculares, respiratorias y cáncer.

El riesgo de problemas de salud no sólo depende de cuán tóxicos son los ingredientes de los plaguicidas, sino también de la concentración y tiempo de exposición al producto, es por eso que los productores agroecológicos buscan reducir la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera, al evitar el uso de productos químicos ya que como se señala en la revista *Daphniai*, las enfermedades aumentan progresivamente con el cambio climático.

Hoy en día, asegura “hay una fuerte evidencia científica de que el cambio climático contribuye a aumentar la carga de enfermedades y de muertes prematuras, fenómeno que irá acentuándose en las próximas décadas. Los efectos del clima sobre la salud son debidos a un aumento de la temperatura y de la frecuencia de catástrofes, así como a cambios en la calidad y cantidad de agua, aire y alimentos (Calciati, 2009).

3.9.3.1. Formaldehidos

El formaldehído (HCHO) “es un compuesto reactivo considerado como tóxico atmosférico que posee efectos agudos (irritación) y crónicos (cáncer) a la salud y que se encuentra tanto en áreas rurales como urbanas” (Satsumabayashi, Kurita y Chag, 1995).

3.9.3.2. Compuestos orgánicos volátiles

Los efectos sobre la salud de los compuestos orgánicos volátiles ante la exposición afectan al ser humano con irritación de ojos y vías respiratorias; astenia, cefaleas; alergias; disminución de la función pulmonar y lesiones al hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. Mientras que los efectos sobre el medio ambiente es la alteración de la

función fotosintética de las plantas (Navazo, Durana, Alonso, García, y Ilardia, 2004).

3.9.3.3. PM 2.5

Las partículas PM_{2,5} suelen acumularse en el sistema respiratorio, Linares y Díaz, (2008) menciona que “los efectos negativos sobre la salud son el aumento de las enfermedades respiratorias y la disminución del funcionamiento pulmonar”, ya que al ser partículas muy pequeñas se quedan en las vías respiratorias.

3.9.3.4. PM 10

Como menciona Ecológica, (2007) “la exposición prolongada o repetitiva a las PM₁₀ puede provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de la persona”.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

Para el muestreo de suelo, aire y agua del proyecto de investigación se usó los siguientes equipos y materiales que se enlista en la tabla 2:

Tabla 2

Listado de materiales y equipos

	Materiales	Equipos
Suelo	barreno	GPS
	balde 20 L	Cámara fotográfica
	fundas ziploc 2 kg	balanza
	etiquetas	drone
	cooler con hielo	
	pala	
	cinta métrica	
	cilindros metálicos	
Agua	balde 20 L	GPS
	12 botellas plásticas de 1L	Cámara fotográfica
	etiquetas	turbidímetro
	cooler con hielo	oxímetro
	vaso de precipitación 500mL	Waterproof tester
	agua destilada	drone
Aire	base o soporte	IGERES
	extensión	GPS
	pilas	

Nota: En la tabla se detalla los materiales, equipos y reactivos que fueron utilizados en la investigación. *Fuente: La investigación.*

4.2. Métodos

4.2.1. Fase de campo

4.2.1.1. Selección de Parcelas

Las primeras parcelas seleccionadas fueron las agroecológicas, para lo cual se seleccionó una

organización de productoras agroecológicas que cuentan con SPG, debido a que este sistema certifica a los productores que no hacen uso de ningún agrotóxico en sus cultivos. Se realizó una reunión con las representantes y miembros de la organización BIOVIDA, la cual está conformada por 51 personas en su gran mayoría mujeres, donde se socializó el objetivo de la investigación y la metodología que se empleará en la investigación. Una vez realizado este acercamiento se establecieron los días de visita para realizar las entrevistas y encuestas.

De las personas encuestadas y entrevistadas se eligió a dos productoras para que nos permitan entrar a sus parcelas para tomar muestras de agua, suelo y aire para analizar la calidad del ambiente de sus parcelas.

La primera parcela agroecológica seleccionada se encuentra en la zona urbana de la parroquia de Ayora cuenta con una extensión aproximada de 3000m² para cultivo, la segunda parcela agroecológica se encuentra en la zona rural de la parroquia de Ayora y cuenta con una extensión aproximada de 9600m² para su cultivo.

Figura 1

Selección de punto y obtención de coordenadas de muestreo



Nota: Selección de puntos para la toma de muestras y obtención de coordenadas de localización con la ayuda de un GPS. ***Fuente:*** *La investigación*

Para la determinación de la parcela convencional, se buscó una parcela que tenga un monocultivo y se pueda evidenciar el uso de agrotóxicos en dicha parcela, de igual manera debía tener 5 años consecutivos de producción. Esta parcela se encuentra en la parroquia de Ayora, cuenta con una extensión de 5200m² de producción de frutilla.

Figura 2

Monocultivo de frutilla



Nota: En la imagen se puede observar las camas del cultivo de frutilla de la parcela convencional. *Fuente: La investigación*

3.2.1.2.Muestreo de Agua

Para el muestreo de agua de riego se siguió la metodología descrita en el INSTRUCTIVO INT/SFA/12 Muestreo para Análisis de Aguas de Agrocalidad (Agencia de regulación y control Fito Zoosanitario) con fecha de revisión 15/01/2018. Para respaldar los lineamientos se verificó con la Norma Técnica Ecuatoriana de Muestreo para agua (NTE INEN 2226, 2000), se definió las entradas y salidas del recurso hídrico en cada una de las parcelas encontrando que el agua de entrada proviene de ríos, acequias y reservorios, mientras que las salidas corresponden expresamente a mangueras o hidrantes, por lo cual se tomó 2 litros de muestra por cada parcela,

es decir, 1 litro de entrada y 1 litro de salida en botellas de plástico, aplicando muestreo simples y compuestos. Se siguió la cadena de frío para la conservación de las muestras de agua en un cooler hasta dejar en el laboratorio.

Figura 3

Muestreo de agua de las fuentes



Nota: En la figura se visualiza la obtención de la muestra de agua proveniente del canal de agua que va hacia la parcela A2. ***Fuente:*** La investigación

Figura 4

Muestreo de agua en parcelas



Nota: En la figura se visualiza la obtención de la muestra de agua que es utilizada para el agua riego en la parcela A2. ***Fuente:*** La investigación

4.2.1.1.1. Mediciones “in situ”

Con ayuda del equipo HI98121 Waterproof pH / ORP y Temperature Meter, se realizó la

medición de tres parámetros fisicoquímicos: temperatura del agua, potencial hidrógeno (pH) y potencial de óxido reducción (ORP).

Figura 5

Análisis in-situ de muestras de agua



Nota: En la figura se ve el análisis in situ del agua con el equipo Waterproof tester.

Fuente: Molina J. y Ortiz D. (2020) Fuente: La investigación

3.2.1.3. Muestreo de Suelo

Para la toma de muestras de suelo se siguió la metodología del Instructivo INT/SFA/10 Muestreo para Análisis de Suelos de Agrocalidad (Agencia de regulación y control Fito Zoosanitario) con fecha de revisión 15/01/2018, en donde indica que se debe tomar de entre 15 a 20 submuestras en zigzag a lo largo de toda el área a muestrear, colocarlos en un balde de plástico, homogeneizar, recolectar una muestra compuesta de 1kg en una funda ziploc membretada con la fecha y datos de la toma de muestra. Se realizó este muestreo para identificar las características físico-químicas y microbiológicas del suelo.

Figura 6

Muestreo de suelo con barreno



Nota: Recolección de las diferentes submuestras de suelo con ayuda del barreno. *Fuente: La investigación*

Figura 7

Almacenamiento y transporte de muestra de suelo



Nota: Homogeneización de las submuestras de suelo para obtener 1kg de muestra para posteriormente llevar a analizar. *Fuente: La investigación*

3.2.1.4.Muestreo de Aire

Para el monitoreo de la calidad de aire se utilizó el equipo de medición de aire IGERESS, el cual se calibró durante 5 minutos para poder obtener valores reales de cada parcela a investigar, luego se colocó el equipo en un lugar más central de cada parcela para poder tomar datos reales.

El monitoreo se lo realizó durante una semana y cada 2 horas se obtenían las diferentes concentraciones (Véase en los Anexos F, G y H) para los siguientes parámetros analizados:

(HCHO): Contenido de formaldehído

(TVOC): compuestos orgánicos volátiles

PM2.5

PM10

Figura 8

Monitoreo de la calidad de aire con equipo IGERESS



Nota: Instalación y ubicación de equipo IGERES para la toma de datos de PM2.5, PM10, HCHO y TVOC para el monitoreo de la calidad de aire de las parcelas. *Fuente: La investigación*

3.2.1.5. Encuestas

Se realizaron dos encuestas descriptivas, la primera encuesta de producción - socio económica constó de 20 preguntas (Véase Anexo A) que nos permitieron conocer las prácticas agrícolas y su estado socio económico de los agricultores. La segunda encuesta se enfocó en la percepción de la salud de los agricultores de cada sistema agrícola, esta encuesta constó de 19 preguntas (Véase Anexo B).

Para obtener el número de muestra de las compañeras de la organización de BIOVIDA.

Aguilar, Barojas y Saraí (2005) mencionan que en una encuesta de tipo cualitativo y la población finita se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n: número de muestra

N: tamaño de la muestra (51)

Z: nivel de confianza (1,645)

p: probabilidad de éxito o esperada (90%)

q: probabilidad de fracaso (10%)

D: precisión (0,1)

El número de la muestra para realizar las encuestas es de 30 miembros de la organización BIOVIDA. Al estar en pandemia algunas productoras agroecológicas no accedieron a que les realicemos la encuesta, ni que conozcamos sus parcelas. Por esta razón se realizaron 15 encuestas, estas compañeras nos permitieron conocer sus parcelas para poder escoger dos de ellas para los análisis de agua, suelo y aire.

Cabe mencionar que toda la información proporcionada por los agricultores es confidencial, no se divulgará, ni se hará uso inapropiado de los resultados de los análisis y se facilitará una copia de los resultados de los análisis a los propietarios de las parcelas estudiadas.

Figura 9

Realización de encuestas



Nota: Las encuestas fueron realizadas a compañeras de la organización BIOVIDA que ofertan sus productos agroecológicos en la bioferia de la Florida-Cayambe. *Fuente: La investigación*

3.2.1.6. Entrevista

Se realizó una entrevista a xx productores agroecológicos y 2 productores convencionales. La entrevista constó de 5 preguntas que nos permitían tener una percepción de las diferentes prácticas agrícolas, el estado de salud y socio-económico.

Las preguntas que se realizaron en la entrevista fueron:

1. ¿Qué le motiva a ser productora agroecológica o convencional?
2. ¿Cómo cuida de la salud de su familia?
3. ¿Usted cree que si su finca está sana su familia también? Si /no y por qué?
4. ¿Usted siente que al ser productora agroecológica o convencional le está contribuyendo al planeta? Describa cómo.
5. ¿En tiempos de pandemia que le ha afectado y ayudado producir su propia comida?

Para determinar el número de muestras que se debía entrevistar a los miembros de la

organización de BIOVIDA, se utilizó la misma metodología que para las encuestas, a diferencia que esta vez sí se realizaron las 30 entrevistas a las productoras agroecológicas. Este cambio de decisión se debe a que las entrevistas se las realizó en la bioferia, las preguntas fueron cortas y se siguió todas las medidas de bioseguridad.

3.2.1.7.Toma de fotografías Dron.

Para el levantamiento de fotografías aéreas se utilizó un dron Phantom 3 Professional, que fue calibrado en cada parcela con el fin de que las coordenadas sean precisas. Se elevó al dron a una altura promedio de 100m para poder obtener fotografías que cubran toda el área de cada parcela estudiada.

Figura 10

Vuelo de dron para georreferenciación de parcela



Nota: Calibración del dron en un lugar plano para poder georreferenciar la distancia y recorrido de vuelo del dron. ***Fuente:*** La investigación

Figura 11

Vuelo de dron y toma de fotografías aéreas



Nota: Elevación del dron y enfoque de cámara para tomar fotografías de todo el perímetro de las parcelas. *Fuente: La investigación*

4.2.2. Fase laboratorio

4.2.2.1. Parámetros a analizados

El análisis de la calidad ambiental de las dos parcelas agroecológicas y de la parcela convencional ubicadas en el cantón Cayambe se analizaron 18 parámetros para cada muestra de agua, 21 parámetros para cada muestra de suelo; dichos parámetros se detallan en la tabla 3:

Tabla 3*Parámetros de agua analizados en el laboratorio*

AGUA	SUELO
bicarbonatos	calcio
calcio	carbonatos.
Carbonatos	cic.
cloruros	cloruros
coliformes fecales	cobre
coliformes totales	conductividad eléctrica
DBO5	densidad aparente.
DQO	densidad real.
conductividad eléctrica	fósforo
Fosfatos	hierro
Magnesio	magnesio
Nitratos	manganeso
oxígeno disuelto	materia orgánica
Potasio	mesófilos aerobios
sodio	mohos y levaduras
Sulfatos	nitrógeno
Turbidez	pH
Total de sólidos disueltos	porosidad.
	potasio
	textura
	zinc.

Nota: Listado de parámetros para el análisis de agua suelo y aire. *Fuente: La investigación*

Los parámetros de oxígeno disuelto, turbidez, conductividad eléctrica y total de sólidos disueltos se analizaron en el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito-Sur, realizado por Molina Juan y Ortiz Daniela.

4.2.2.1. Métodos para el análisis de las muestras de agua

El análisis de los 18 parámetros para cada muestra de agua se utilizaron los siguientes métodos que se detallan en la tabla 4 proporcionados en el informe del Laboratorio de suelo y agua de la Universidad Politécnica Salesiana, ubicada en el cantón Cayambe al norte de la provincia de Pichincha (Véase en el ANEXO M).

Tabla 4*Metodología para el análisis de la calidad del agua*

PARÁMETRO	MÉTODO
Bicarbonatos	SM. 2320-HCO ₃
Calcio	SM3111-B
Carbonatos	SM. 2320-CO ₃
Cloruros	SM. 4500-Cl: B
Coliformes fecales	SM 9222: D
Coliformes totales	SM 9222: D
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5	SM.5210 B
Demanda Química de Oxígeno	SM. 5220 D
Fosfatos	SM 4500-P: E
Magnesio	SM3111-B
Nitratos	SM 4500-NO ₃ : C
Oxígeno disuelto	agua destilada
Conductividad eléctrica	agua destilada
Potasio	SM3111-B
Potencial de hidrógeno	Método electrométrico
Potencial de óxido reducción	agua destilada
Sodio	SM3111-B
Sulfatos	SM 4500-SO ₄ : E
Total de sólidos disueltos	agua destilada
Temperatura	agua destilada
Turbidez	agua destilada

Nota: En la tabla de detalla el método utilizado para cada parámetro analizado en las muestras de agua. *Fuente: La investigación*

4.2.2.2.Métodos para el análisis de las muestras de suelo

Para el análisis de las 3 muestras de suelo se analizaron 21 parámetros en el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Politécnica Salesiana ubicada en el cantón Cayambe al norte de la provincia de Pichincha. Los métodos utilizados para el análisis se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Metodología para el análisis de suelo

PARÁMETRO	MÉTODO
potencial de hidrógeno	Agua destilada
conductividad eléctrica	Agua destilada
materia orgánica	Wakley-Back
nitratos	NO ₃ -N; NH ₄ -N (Test Merck)
fósforo	Olsen Modificado: P (asimilables)
potasio	Acetato de amonio
calcio	Acetato de amonio
magnesio	Acetato de amonio
sodio	Acetato de amonio
azufre	Pasta saturada
boro	Pasta saturada
hierro	Pentaacetato de dietilentríamina (DTPA)
manganeso	Pentaacetato de dietilentríamina (DTPA)
cobre	Pentaacetato de dietilentríamina (DTPA)
zinc	Pentaacetato de dietilentríamina (DTPA)
porosidad	Procedimientos físicos: estufa 105°C Desecador
humedad	Procedimientos físicos: estufa 105°C Desecador
mohos y levaduras	AOAC 990.12 (PETRIFILM)
mesófilos aerobios	AOAC 990.12 (PETRIFILM)

Nota: Métodos utilizados para el análisis de cada parámetro de las muestras de suelo. *Fuente:* La investigación

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este apartado intenta mostrar las diferencias de la lógica de producción agroecológica versus la lógica de la producción convencional. En cada lógica de producción se ha podido ver una forma de relación de los campesinos con sus agroecosistemas.

La lógica productiva convencional se caracteriza por el monocultivo, no se observa un objetivo de autoabastecimiento alimentario, y hay un uso intensivo de agrotóxicos y fertilizantes sintéticos. En contraste, se ha encontrado que la producción agroecológica a través de la diversidad de cultivos ha logrado una autonomía alimentaria en las familias, y no ha generado dependencia de insumos tóxicos para su desarrollo.

4.3. Encuestas y entrevistas

De las encuestas realizadas en la Asociación de productoras Agroecológicas Biovida, en el cantón de Cayambe, el 88% de las productoras agroecológicas está representado por mujeres como podemos observar en la Figura 13; cuyo rango de edad de estas agricultoras están entre los 45 y 55 años. Este contexto es bastante preocupante ya que existe una amenaza de quienes darán continuidad a estos procesos de asociatividad agroecológica en un futuro cercano. La mayoría de los productores agroecológicos han realizado esta práctica a lo largo de su vida ya sea por influencia de sus padres, familiares, amistades o vecinos que les han compartido su conocimiento para realizar esta actividad en beneficio de su salud y medio ambiente.

Figura 12

Socialización con agroproductores

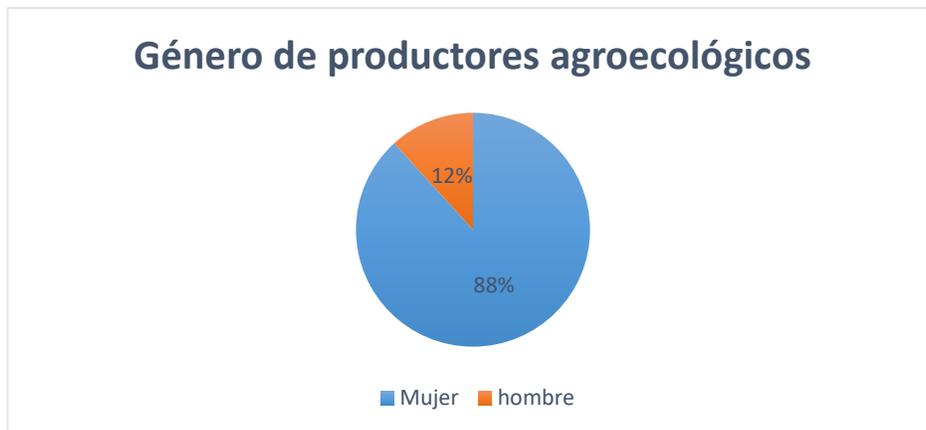


Nota: Socialización de la investigación a las productoras agroecológicas de BIOVIDA.

Fuente: La investigación

Figura 13

Porcentaje de género de productores agroecológicos



Nota: Gráfica de representación de género de los productores agroecológicos de la asociación BIOVIDA. **Fuente:** La investigación

Dentro de la producción agroecológica se ha encontrado una autonomía para el manejo de

sus agroecosistemas. Esta autonomía la comparten el 100% de los productores agroecológicos y coinciden en las prácticas agroecológicas realizadas. Estas prácticas son: manejo de suelos, rotación de cultivos, elaboración de bioinsumos, manejo de plagas y enfermedades como se puede ver en la tabla 6. Las productoras agroecológicas también manifiestan que dentro de su organización se ayudan mutuamente para solventar dudas o problemas que tengan en sus parcelas.

Tabla 6

Listado de prácticas agroecológicas

Manejo integrado de plagas y enfermedades	Uso de bioinsumos	Prácticas agroecológicas
macerado de ají	compost orgánico	diversidad de cultivos
macerado de tabaco	biol	rotación de cultivos
macerado de cebolla	bocashi	cercas vivas
caldo bordeles	abono compuesto	cobertura vegetal
caldo sulfocálcico	residuos de materia orgánica	legumbres fijadoras de nitrógeno
cal viva		microorganismos

Nota: La tabla detalla las prácticas agroecológicas, manejo de plagas y enfermedades que realizan las productoras agroecológicas que han accedido a las encuestas y entrevistas realizadas en la bioferia. *Fuente: La investigación*

La diversidad y rotación de cultivos (granos, tubérculos, plantas medicinales, hortalizas y

frutales) alterna varias familias de plantas que tengan necesidades diferentes energéticas y nutricionales. La rotación de cultivos dentro de las parcelas agroecológicas evita que el suelo agote sus nutrientes y enferme. La ventaja de la diversidad de cultivos es la prevención de plagas y enfermedades, ya que al estar alternadas ciertas plantas repelen ciertos insectos o plagas. Los monocultivos “generan desequilibrios en la composición mineral de la tierra por agotamiento o exceso de macronutrientes y oligoelementos y propicia la aparición de plagas y enfermedades especializadas en determinadas familias de plantas” (Neus, 2017, p1). Morales (2011) menciona que “la rotación de los cultivos, como las legumbres, se obtienen suelos con una mayor absorción de carbono en relación a los monocultivos, y los agricultores lo que genera mayor productividad dentro de las parcelas agroecológicas”.

Las cercas vivas son una cobertura vegetal que pueden ser desde árboles nativos o frutales, arbustos, que se ubican alrededor de la parcela. Las cercas vivas delimitan la tenencia de la tierra y límites naturales en el territorio. Esta cobertura vegetal alrededor de los cultivos provee de un microclima que evita la excesiva evapotranspiración del suelo. Gliessman, (2014) menciona que las cercas vivas se orientan perpendicularmente al viento predominante o a lo largo del ángulo de flujo de viento. Estos contravientos alteran los patrones y cambian el flujo del viento reduciendo así los impactos negativos. Por tanto, los cultivos encontrados en las parcelas agroecológicas hacen un uso más eficiente del agua de riego y evita que el suelo se erosione. Otra función de los árboles y arbustos es atraer aves y abejas dentro del agroecosistema para ayudar a la polinización y reproducción de semillas. De lo encontrado en las parcelas convencionales se pudo evidenciar que no tienen cercas vivas o si lo tienen es de forma residual.

Estas cercas vivas favorecen a la fijación del nitrógeno. El proceso de fertilización nitrogenada es realizado por organismos procariotas quienes tienen la capacidad de reducir

el nitrógeno molecular a amonio. El nitrógeno que es fijado en los ecosistemas terrestres, la mayor parte se realiza gracias a la asociación simbiótica de bacterias de los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium* y *Mesorhizobium*, (*Rhizobium* para generalizar), con leguminosas, y gran parte de dichas asociaciones simbióticas son de interés agrícola (Calvo, 2011, p.3).

Por esto, en el futuro la agroecología representa una sustentabilidad fuerte en relación a la agricultura convencional. Los productores agroecológicos creen en la soberanía alimentaria, lo cual les permite tener alimentos libres de pesticidas y químicos; ya que los tamaños de sus productos son reales y sus sabores son naturales.

Toda práctica agroecológica como es la rotación de cultivos, uso de bioinsumos, cercas vivas, fijación de nitrógeno, etc. que realizan los productores agroecológicos tiene como objetivo “proteger al suelo, conservar nutrientes, fertilidad, especies nativas y la diversidad genética, en tiempo y espacio; así como una estructura compleja del ecosistema agrícola para facilitar los servicios ecológicos, la resistencia del ecosistema agrícola y la flexibilidad ante los cambios” (Castro y Moreira 2016, p. 5).

Los monocultivos es una producción a gran escala que provoca impactos ambientales, económicos, sociales y culturales. También el quebranto de los cultivos provocando contaminación en el suelo, agua y aire (Jacques y Jacques, 2012).

La encuesta realizada a la parcela de agricultura convencional de monoultivo de frutilla tiene una extensión de 5200m², ha tenido producción de 5 años consecutivos en los que han usado agroquímicos para el manejo de plagas y nutrición del suelo como se detalla en la tabla 8. Para el manejo de plagas y enfermedades como lo son los trips, oidio y la podredumbre gris. Estas enfermedades son comunes en los cultivos de frutilla por eso usan frecuentemente pesticidas

debido a la susceptibilidad de esta fruta. Otro factor importante es que las condiciones climáticas en las que se encuentra el cultivo influyen en el aumento de la propagación de enfermedades.

Figura 14

Aplicación de agrotóxicos en monocultivo de frutilla



Nota: En la imagen se puede observar como el trabajador aplica agrotóxicos al monocultivo de frutilla. ***Fuente:*** *La investigación*

En la figura 14 se puede observar que no existe diversidad de cultivos en la parcela convencional y que el trabajador que está aplicando los pesticidas es un adulto mayor, que pese a tener un equipo de protección al estar constantemente realizando esta actividad y al estar expuesto a bajas concentraciones de estos tóxicos puede generar enfermedades crónicas con el tiempo.

Tabla 7*Manejo integral de plagas en agricultura convencional*

Manejo integral de plagas				
Nombre comercial	Compañía que los vende	Cantidad de aplicación	Frecuencia de aplicación	Costo mensual aproximado
teboconazol	Flor Agrobet	1g/L	cada mes y medio	15
para trips	Flor Agrobet	0,3gc/L	cada mes y medio	16
botritis	Flor Agrobet	1g/L	cada mes y medio	1,5
cafenol		sobre/20L	trimestral	10

Nota: En la tabla se detalla los agrotóxicos, concentraciones, frecuencia y costo que son utilizados en la parcela convencional para el manejo integral de plagas. *Fuente: La investigación*

Como se observa en la tabla 8 la frecuencia de aplicación de los agrotóxicos es aproximadamente cada 45 días. Dentro de esta parcela no observó reutilización de la materia orgánica por lo contrario había desecho de fundas o plásticos de los agroquímicos que utilizan como se observa en la figura 15.

Figura 15

Área de almacenamiento de agroquímicos



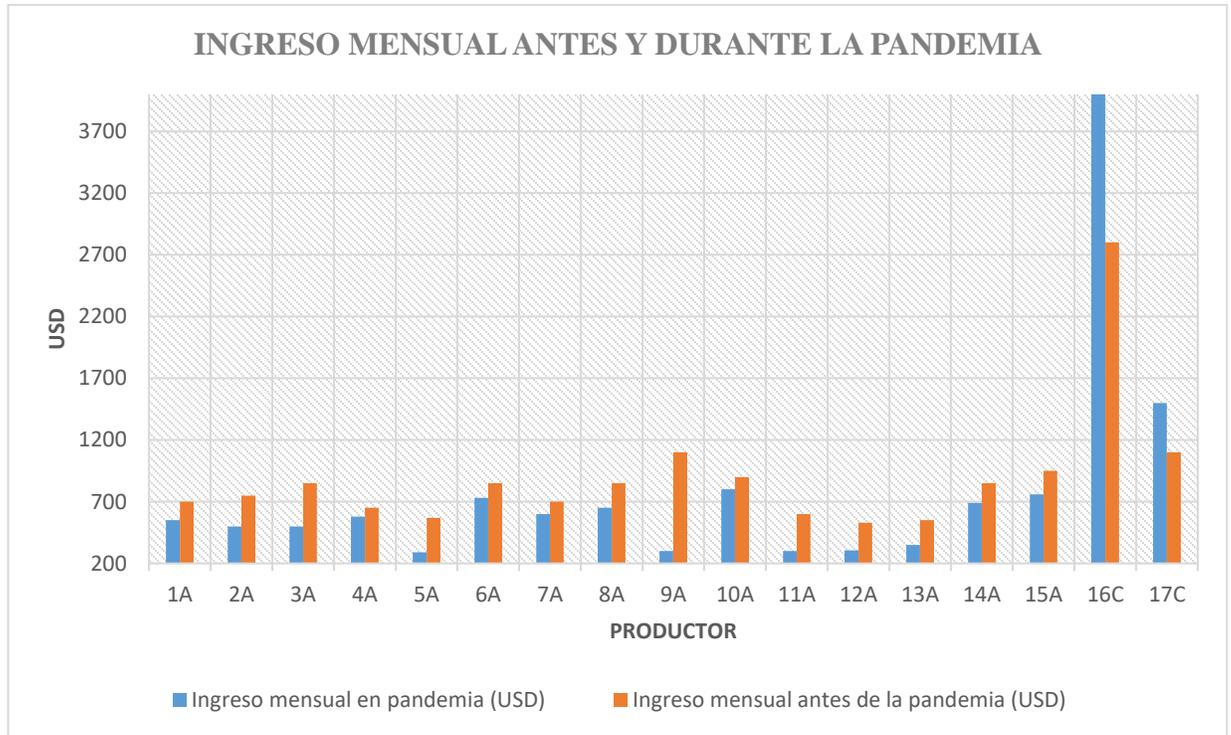
Nota: En la imagen se puede observar el área de almacenamiento de los agrotóxicos y los desechos que estos producen en el lugar. *Fuente: La investigación*

5.1.3. Socio económico

El ingreso mensual económico de todos los productores se ha visto sumamente afectado a partir de marzo del 2020 a causa de la pandemia. En la figura 16 se observa los ingresos mensuales de ambos agroecosistemas antes y durante la pandemia.

Figura 16

Ingreso mensual de productores



Nota: En el gráfico se compara los ingresos mensuales de los productores antes y durante la pandemia. *Fuente: La investigación*

La parcela convencional 1 destaca en la figura 16 debido a que su producción es a gran escala y su producto es vendido por intermediarios.

Tabla 8*Ingresos y egresos socio económicos parte 1*

N.-	Ingreso mensual	Fuentes de ingreso			Egresos			
		Producción agrícola	Ganado	Otros	Alimentación	Servicios básicos	Deudas	Bioinsumos / agrotóxicos
1	550	429	64	57	35	31	100	10
2	500	440	40	20	50	36	50	5
3	500	435		65	50	30	30	10
4	580	458	73	48	58	25	-	15
5	290	229	39	22	30	36	-	-
6	730	657	33	40	40	29	100	-
7	600	450	90	60	60	35	50	10
8	650	566	57	28	65	32	60	-
9	300	234		66	30	26	-	25
10	800	624	87	89	80	31	100	35
11	300	273	8	19	25	38	10	20
12	305	238	43	24	30	27	25	-
13	350	291	32	28	35	25	-	-
14	690	607	36	46	50	28	50	10
15	760	684	21	55	60	35	100	40
16C	2800	2604		196	550	50	500	200
17C	1110	105		6	350	35	200	100

Nota: En esta tabla se encuentra sintetizado todos los ingresos y egresos mensuales que tienen los productores agroecológicos y convencionales *Fuente: La investigación*

Tabla 9*Ingresos y egresos socio económicos parte 2*

N.-	Egresos					Egresos mensual	Ingreso neto	% de ingreso neto
	Educación	Vestimenta	Salud	Transporte	Otros			
1	25	43	25	80	80	430	120	22
2	15	48	25	100	75	406	94	19
3	20	37	25	100	60	365	135	27
4	25	29	24	110	120	410	170	29
5	-	34	16	50	50	221	69	24
6	20	43	30	100	150	518	212	29
7	-	49	35	77	125	448	152	25
8	10	31	48	90	100	444	206	32
9	20	48		30	80	268	32	11
10	25	30	15	100	130	556	244	31
11	-		5	100	50	259	41	14
12	-	36		70	45	245	60	20
13	-	20	30	90	65	278	72	21
14	15	35	22	100	150	474	216	31
15	35	29	30	100	100	544	216	28
16C	50	60	70	250	350	2080	720	26
17C	25	24	40	100	50	924	186	17

Nota: En esta tabla se encuentra sintetizado todos los ingresos y egresos mensuales que tienen los productores agroecológicos y convencionales *Fuente: La investigación*

En las tablas 8 y 9 se desglosa los ingresos y egresos mensuales de los 17 productores encuestados. Como se puede observar los productores agroecológicos no destinan mucho dinero a la compra de alimentos, ya que ellos poseen variedad de productos, elaboran los derivados y también se dedican a la crianza de ganado menor y ganado mayor. Por otro lado, los productores convencionales destinan un monto significativo para adquirir su alimento.

Los bioinsumos tienen un costo menor que el de los agrotóxicos por ende los productores convencionales invierten más del 100% que los productores agroecológicos ya que ellos en su mayoría elaboran sus propios bioinsumos.

El porcentaje de ingresos neto para ambos agroecosistemas es similar. Los productores agroecológicos al no vender todo su producto porque es para autoconsumo de su familia y la cantidad de producto cosechado es menor que en la agricultura convencional, por esta razón los ingresos netos se asemejan ya que los productores convencionales tienen mayor producción y venden todo su producto

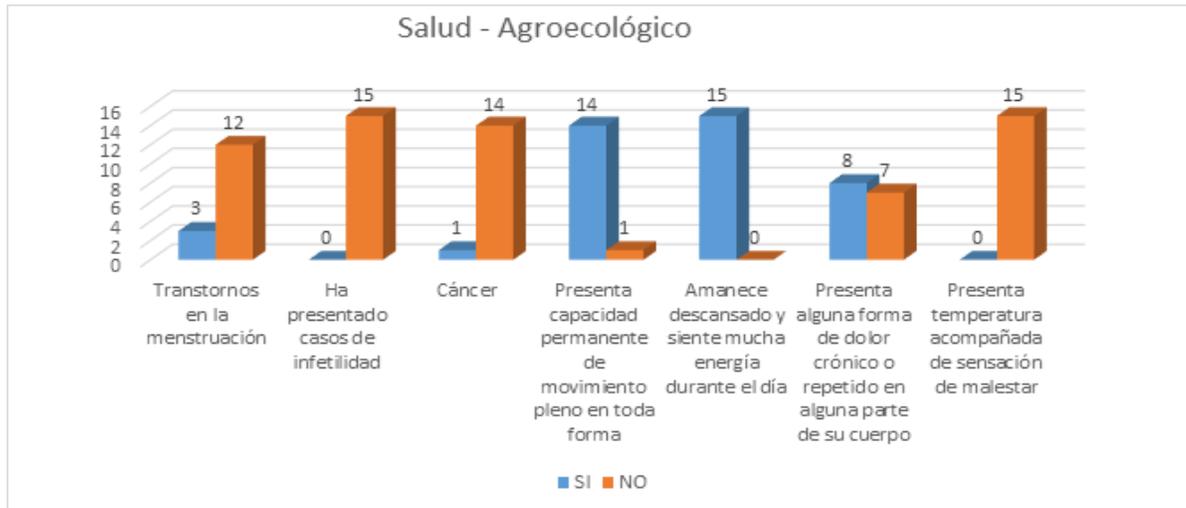
5.1.4. Percepción de la Salud de los Agricultores.

5.1.5. Salud de los productores agroecológicos

Las encuestas fueron realizadas a 15 productoras agroecológicas pertenecientes a la Red de Productoras y Productores Agroecológicos BIOVIDA, con el fin de determinar cuál es su percepción de salud, con base a criterios físicos y mentales, experimentados o adquiridos a lo largo de todo el tiempo de trabajo como agricultores agroecológicos considerando la influencia indirecta que, en algunos casos, ejercen las plantaciones y florícolas que se sitúan a los alrededores de cada parcela, influyendo negativamente en la salud de los agricultores que se encuentren dentro de un área cercana por la dispersión de los agrotóxicos empleados. La encuesta relaciona los síntomas físicos y mentales más comunes a la exposición de agrotóxicos.

Figura 17

Resultados obtenidos de la percepción de la salud física de las agricultoras agroecológicas.

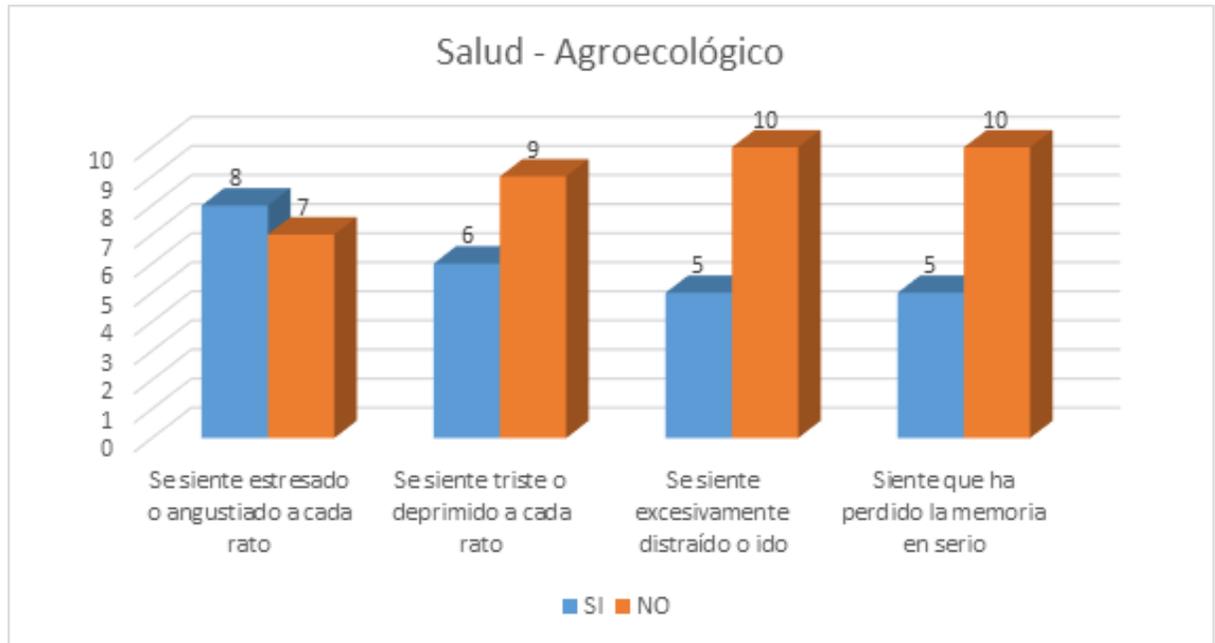


Nota: En el gráfico se presenta las preguntas realizadas a las agricultoras agroecológicas de acuerdo a su percepción de su salud físicas. *Fuente: La investigación*

En la figura 17 se muestra los resultados obtenidos de la percepción que presentan los agricultores, donde se puede destacar que el 100% de las encuestadas dicen no presentar casos de infertilidad, así como también dicen en un 90% no haber desarrollado algún tipo de cáncer. Los trastornos menstruales pueden ocasionar ciclos cortos en la menstruación y formación de coágulos, un 70% de las encuestadas indican no presentar cambios significativos en su ciclo menstrual. Por otro lado, un 53,3% afirman presentar dolores en alguna parte de su cuerpo, esto puede deberse a dos factores; el primero puede deberse a al gran esfuerzo físico que emplean las productoras en cada una de sus parcelas, y el segundo al promedio de edad de las mujeres encuestadas que ronda los 53 años, por lo que se asocia estos dolores al desgaste de los músculos y huesos propias de la edad en la que se encuentran.

Figura 18

Resultados obtenidos de la percepción de la salud mental de las agricultoras agroecológicas



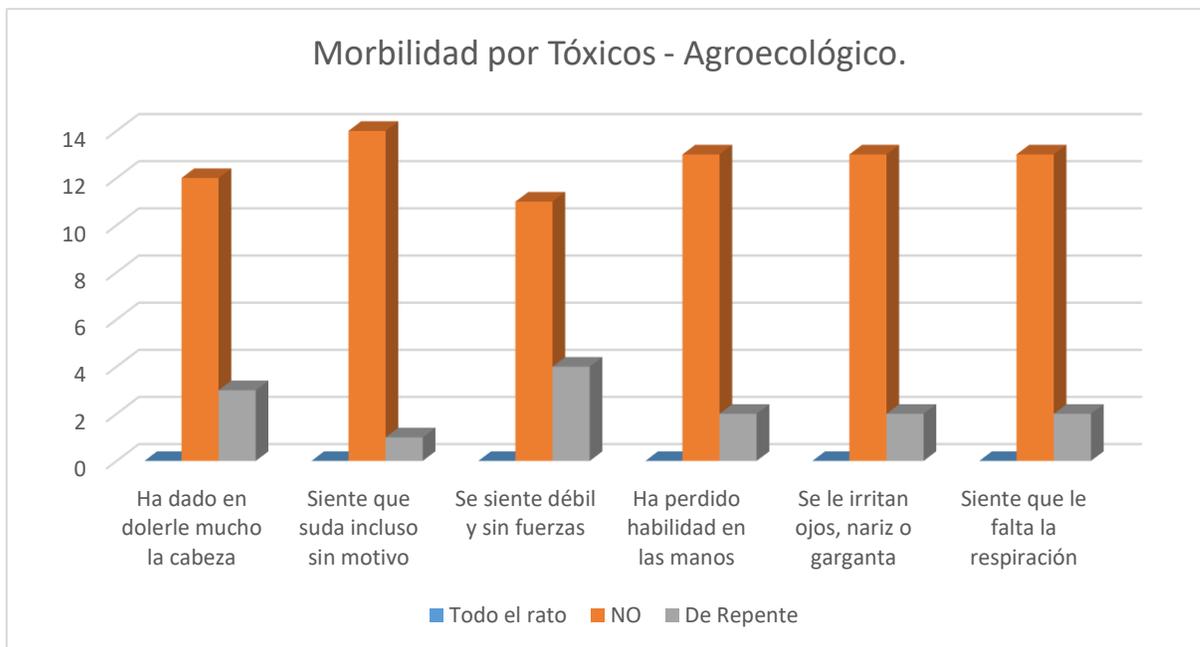
Nota: En el gráfico se presenta las preguntas realizadas a las agricultoras agroecológicas de acuerdo a su percepción de su salud mental. *Fuente: La investigación*

Como se observa en la figura 18, las productoras agroecológicas en un 53.3% aseguran sentirse estresadas y angustiadas. Se pudo conocer que esto se debe a la situación en la que se encuentran debido a la pandemia del COVID, pues aseguran que se ven afectadas directamente en su trabajo y sustento diario por las restricciones y medidas que se están tomando para contrarrestar la pandemia. En este escenario se podría relacionar también con la tristeza que perciben, un 40% de las encuestadas se deprimen principalmente por la falta de oportunidades para vender sus productos, pues aseguran que las ventas y los ingresos han decaído considerablemente desde el inicio de la pandemia. Un 33.3% aseguran sentirse que han perdido la memoria y que se distraen fácilmente, generalmente estos síntomas se los puede asociar con la edad que presentan las mujeres

o a su vez con la exposición indirecta a agrotóxicos, ya que estos pueden afectar el sistema nervioso de los seres humanos.

Figura 19

Resultados obtenidos de la percepción de la salud por morbilidad de tóxicos de las agricultoras agroecológicas.



Nota: Las productoras agroecológicas no tienen contacto directo con agrotóxicos por lo que no presentan mayor complicación en su estado de salud. *Fuente: La investigación*

Como se puede observar en la figura 19, los resultados obtenidos en cuanto a la morbilidad por tóxicos que perciben los agricultores se puede destacar que en un 90% de las encuestadas no existe afectación directa de agrotóxicos, debido a que se ven beneficiadas por la ubicación de sus parcelas alejadas de florícolas o parcelas convencionales que emplean químicos. El 10% restante se relaciona posiblemente por contaminación de agrotóxicos influyendo paulatinamente de manera negativa en la salud de los agricultores provocando una deficiencia en su salud.

En una estimación general la salud de los agricultores agroecológicos se puede catalogar

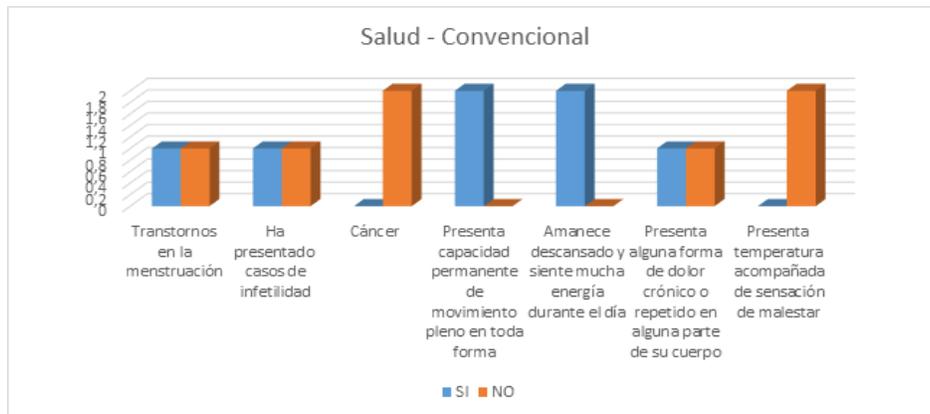
como muy buena, ya que no presentan enfermedades de riesgo ni tampoco presentan síntomas graves en su estado de salud física y mental. La exposición a agrotóxicos es mínima por lo que no influye de manera significativa en la salud de las agriculturas ni de sus familias. En este sentido es importante destacar que el sistema agroecológico permitió a las familias auto sustentarse en medio de la pandemia, evitando salir en todo momento y reduciendo su exposición al covid, debido a la gran diversidad de cultivos que presentan dentro de sus fincas, generando su propia soberanía alimentaria.

5.1.6. Salud de los productores convencionales.

Los 2 agricultores convencionales encuestados fueron elegidos de manera aleatoria encontrándose dentro del cantón Cayambe, presentan un promedio de edad de 35 años. Ambos hacen uso de diferentes agrotóxicos mostrados anteriormente y presentan una exposición prolongada a los mismos los cuales pueden repercutir negativamente en su salud.

Figura 20

Resultados obtenidos de la percepción de la salud física de las agricultoras convencionales



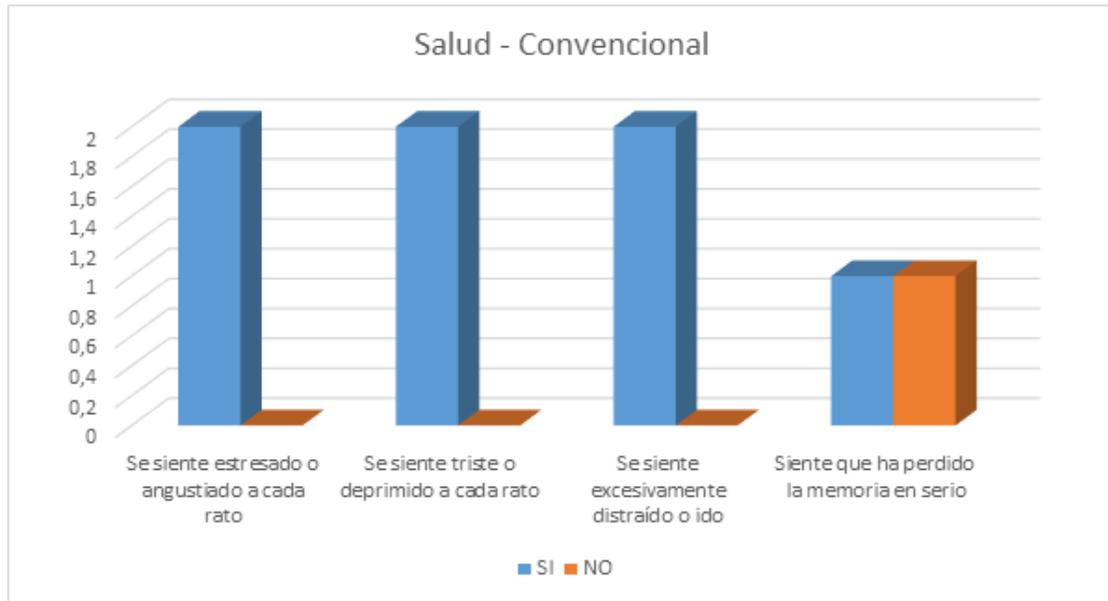
Nota: La infertilidad es una afección que se presenta tanto en hombres como mujeres. Se produce por la exposición prolongada a los agrotóxicos. *Fuente: La investigación*

Como se puede apreciar en la figura 20 una de las encuestadas aseguró que durante su vida ha tenido dificultades para quedar embarazada y se ha presentado cuadros de infertilidad. En el transcurso de 5 años consiguió quedar embarazada, pero durante el proceso presentó varias complicaciones, antes, durante y después, llegando a tener un aborto espontáneo. Respecto a la percepción de la productora convencional, el aborto espontáneo puede estar relacionado con la exposición prolongada a los agrotóxicos en las mujeres, puede repercutir en su salud física, causando irregularidades en la menstruación, infertilidad y en muchos de los casos complicaciones en el embarazo. Según varios estudios han determinado que la exposición a agrotóxicos puede causar efectos negativos sobre la salud reproductiva de las personas, sea hombre o mujer, causando desde disfunción eréctil hasta infertilidad en los hombres, así como también en las mujeres puede afectar la capacidad para tener bebés o la capacidad de los bebés para crecer sanos. En la investigación de REDUAS (2011) se determinó que:

La incidencia de los agrotóxicos en la salud reproductiva de los agricultores es notoria con el paso del tiempo, registrándose altas tasas de abortos espontáneos (hasta 23 % de las mujeres en edad reproductiva sufrió al menos un aborto en los últimos cinco años, cuando la tasa normal es de 5 %) y aumentando notablemente las consultas por infertilidad en varones y mujeres (p.38).

Figura 21

Resultados obtenidos de la percepción de la salud mental de las agricultoras convencionales



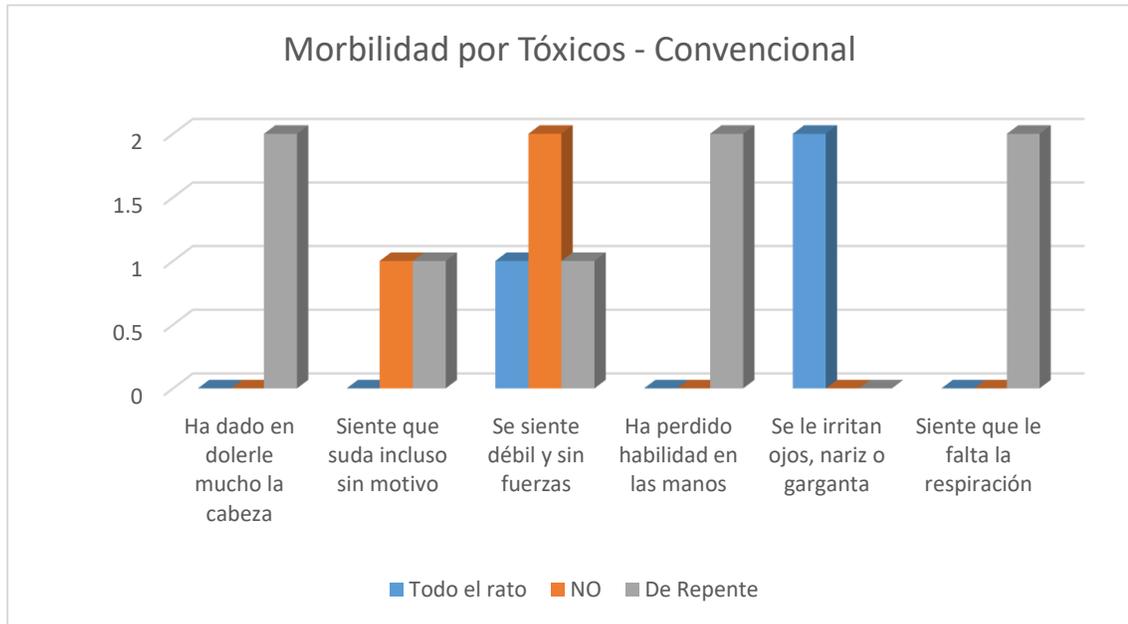
Nota: La figura muestra la salud mental percibida por los productores convencionales, evidenciando ciertas repercusiones en su estado de salud. *Fuente: La investigación*

Como se puede observar en la figura 21 la salud mental que perciben los agricultores convencionales es notorio y lo relacionan por el uso y exposición a los agrotóxicos. En este apartado se puede destacar la pérdida de memoria percibida, así como también las distracciones en algún momento del día. Zamacona (2018) asegura en su investigación que la exposición prolongada a los agrotóxicos puede comprometer al sistema nervioso, causando pérdida de memoria, ansiedad, cambios en el carácter y dificultad para concentrarse. Esto se ve reflejado en las encuestas realizadas por lo que se puede asociar directamente a estas deficiencias con la exposición prolongada que tienen los agricultores convencionales a los agrotóxicos. Es importante mencionar que las afectaciones por el uso de estos insumos químicos pueden verse minimizadas por el uso de equipo de protección personal (gorra, mascarilla, botas, guantes, impermeable) al

momento de ejercer sus labores en el campo.

Figura 22

Resultados obtenidos de la percepción de la salud por morbilidad de tóxicos de las agricultoras agroecológicas



Nota: La figura muestra los síntomas más comunes por la exposición a productos químicos agrícolas por largos períodos de tiempo. *Fuente: La investigación*

En la figura 22 se puede apreciar que los síntomas presentados por los productores convencionales son los típicos por el uso excesivo de insumos químicos agrícolas. Conant y Fadem (2008) relacionan la exposición a agrotóxicos con los siguientes síntomas; pérdida de peso, debilidad constante, tos constante o con sangre, entumecimiento de las manos o los pies, pérdida del equilibrio, pérdida de la vista, latidos del corazón muy lentos o muy rápidos, cambios súbitos de humor y confusión. Por lo tanto, podemos asociar directamente la influencia negativa de los agrotóxicos sobre la salud humana.

Con base a los resultados obtenidos en las encuestas de salud a productores convencionales podemos concluir que presentan un estado de salud regular, debido a la exposición prolongada a la que se encuentran frente a los agrotóxicos. En consecuencia, la salud de los agricultores se irá deteriorando con el transcurso de los años afectando su calidad de vida. Es importante mencionar que la salud reproductiva de las personas también se ve afectado pudiendo causar infertilidad tanto en hombres como en mujeres, así como también puede causar complicaciones durante el embarazo, llegando a provocar incluso abortos espontáneos.

4.4. Resultado de análisis de aire

Para el análisis de la calidad de aire se colocó el equipo IGERES en el lugar más céntrico de cada parcela, las coordenadas de ubicación están detalladas en la tabla 10.

Tabla 10

Ubicación del Equipo IGERESS

CÓDIGO	FUENTE DEL SITIO	COORDENADAS UTM		ALTURA
		X	Y	(msnm)
A1	Parcela agroecológica 1	819187,02	7510,45	2858,00
A2	Parcela agroecológica 2	820899,06	9415,97	2977,00
C	Parcela convencional	813259,41	10823,50	2979,00

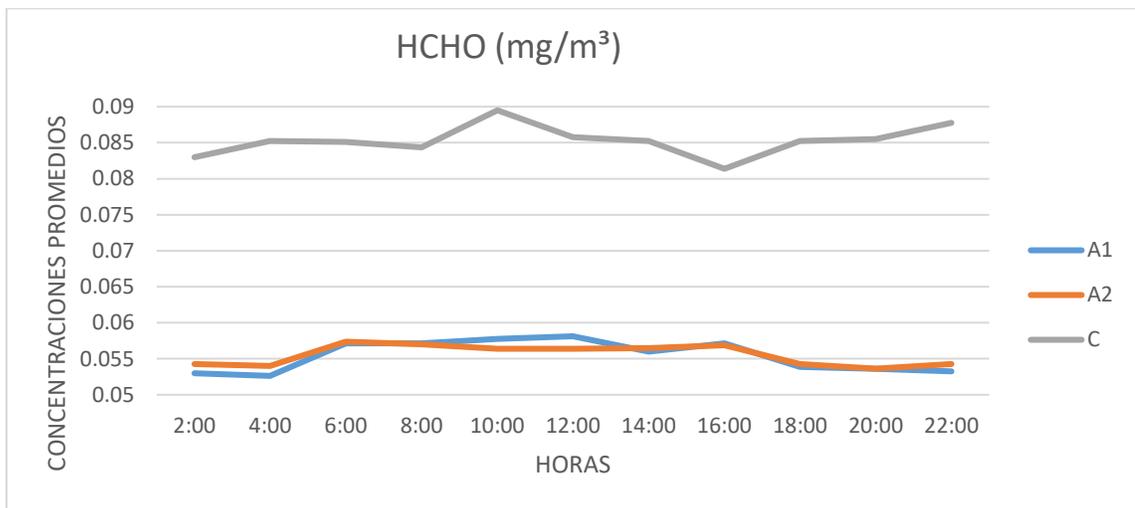
Nota: En la tabla se detalla las coordenadas de ubicación para la toma de datos de los parámetros analizados para determinar la calidad del aire en cada parcela. *Fuente: La investigación*

5.2.1. Contenido de formaldehído

Como se puede observar en la figura 23 las concentraciones de las parcelas agroecológicas y convencional no reportan concentraciones superiores al límite permisible de contenido de formaldehído en el ambiente que es $0,37 \text{ mg/m}^3$ (INSHT, 1995). Es importante mencionar que la concentración de formaldehído de la parcela convencional es superior a las concentraciones de las parcelas agroecológicas, esto se debe a que los agroquímicos que utilizan para el manejo de plagas y enfermedades eleva la concentración de este compuesto y al ser utilizado continuamente a futuro tendrá repercusión en la salud de las personas de trabajan en la parcela o que se encuentran alrededor.

Figura 23

Concentración de formaldehídos en las parcelas



Nota: En el gráfico se observa las concentraciones promedio cada dos horas de la cantidad de formaldehídos en cada parcela estudiada. *Fuente: La investigación*

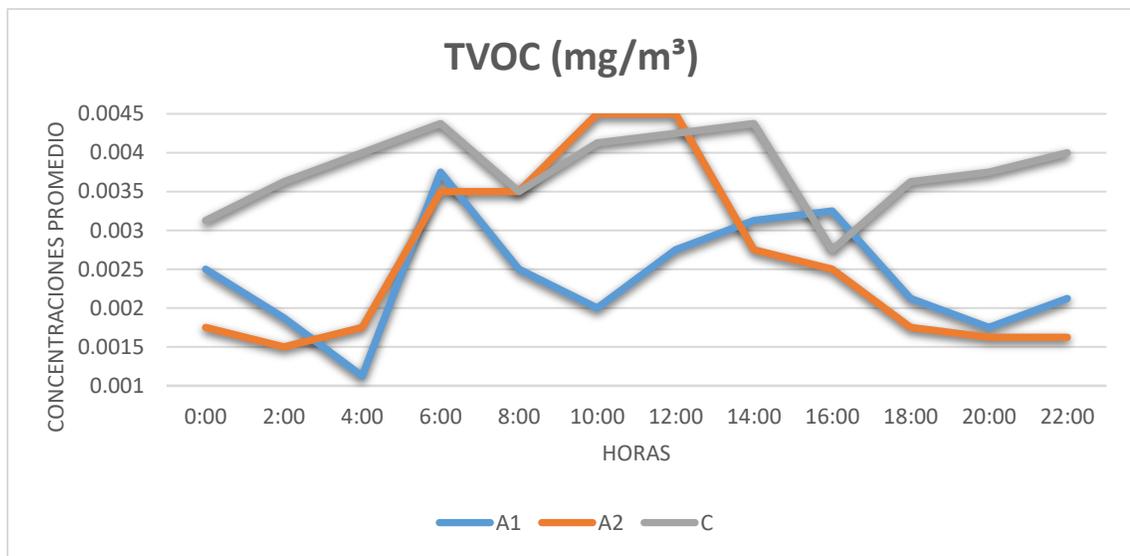
El horario donde se registra aumento y mayores concentraciones de formaldehído es desde las 8:00 a 18:00, esto se debe a que durante este intervalo de tiempo existe mayor actividad dentro y fuera de las parcelas.

5.2.2. Compuestos volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles deben tener un seguimiento periódico debido a sus efectos carcinogénicos, como se puede observar en la figura 24 la parcela convencional presenta concentraciones más elevadas en comparación con las parcelas agroecológicas, como se pudo evidenciar al momento de que aplican agrotóxicos en el monocultivo las concentraciones de TVOC aumentan hasta 0,0045 mg/m³, sin embargo, esta concentración es inferior al 0,2 mg/m³ que rige el TULSMA LIBRO VI ANEXO 3.

Figura 24

Concentraciones promedio de compuestos volátiles en las parcelas



Nota: En el gráfico se observa las concentraciones promedio cada dos horas de las concentraciones de compuestos volátiles en cada parcela estudiada. *Fuente: La investigación*

5.2.3. PM 2.5

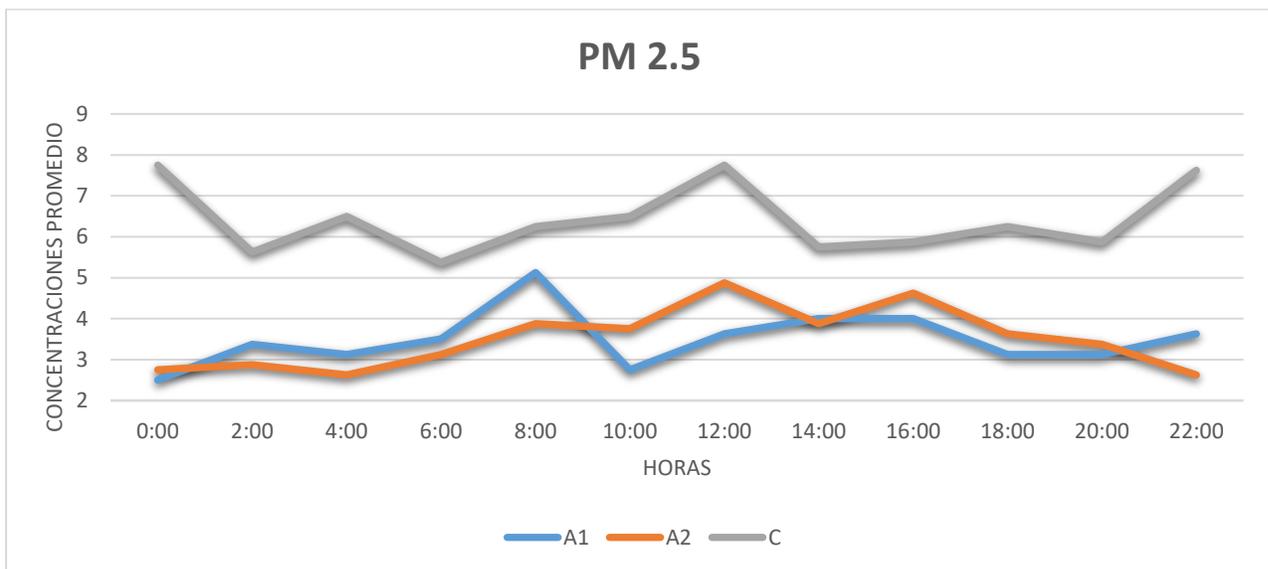
La concentración de PM 2.5 aumenta drásticamente a las 12:00 del día en la parcela convencional ya que a esa hora se evidenció que aplican los agrotóxicos en el monocultivo. En la parcela agroecológica 1 se ve aumante a partir de las 8:00 que es la hora que la gente se dirige a

sus trabajos o realiza sus actividades diarias; es importante mencionar que esta parcela se encuentra ubicada en la zona urbana y con estos resultados se evidencio que la actividad humana afecta en la calidad de su aire.

La parcela agroecológica 2 al estar en la zona rural de Cayambe registra menor concentración de PM_{2.5} en relación a las dos parcelas mencionadas anteriormente, como lo podemos ver en la figura 25.

Figura 25

Concentración promedio diaria de PM 2.5



Fuente: La investigación

Los resultados muestran concentraciones promedio de PM_{2.5} tomadas en las tres parcelas estudiadas son inferiores a 8 µg/m³.

WHO (2005) menciona que en la última actualización de las Guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se establecen niveles para el material particulado PM₁₀ de 10 µg/m³, media anual y 25 µg/m³, media de 24 horas. En el artículo de la prensa de la OMS (2018) “Calidad de aire y salud” menciona que si la exposición al PM_{2.5} aumenta o es prolongada puede provocar enfermedades cardiovasculares y

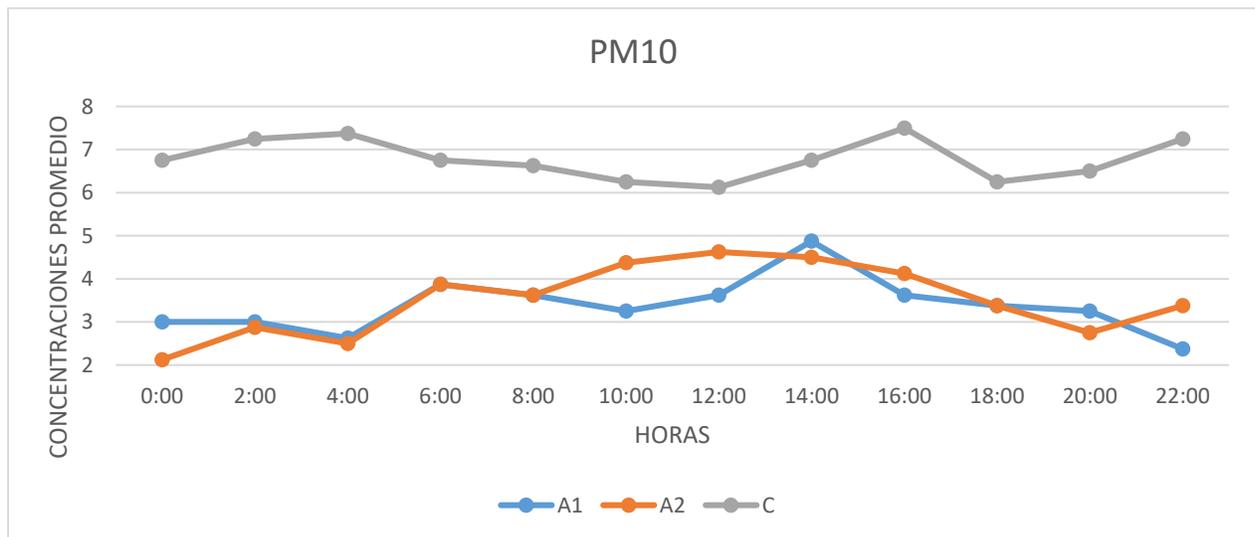
respiratorias, e incluso provocar cáncer de pulmón.

5.2.4. PM 10

La concentración de PM 10 emitidas por las parcelas a la atmósfera no supera los límites permisibles, pero se puede observar en la figura 26 que en la parcela convencional existe mayor cantidad de material particulado emitido a la atmósfera. Las horas donde existe mayor concentración de PM 10 aumentan drásticamente de 10:00 a 16:00 en los tres escenarios.

Figura 25

Concentración promedio diaria de PM 10



Fuente: La investigación

Los resultados muestran concentraciones promedio de PM10 menores de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la última actualización de las Guías de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se establecen niveles para el material particulado PM10 de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas (WHO, 2005).

5.2.Resultado análisis de muestras de agua

Para el análisis del agua se tomó una muestra de la fuente de agua y el agua de la parcela

que es utilizada para riego para cada una de las parcelas estudiadas, en la tabla 11 se encuentran las coordenadas y el código de cada punto de muestreo.

Tabla 11

Referencia y abreviatura para las muestras de agua

MUESTRA	FUENTE DEL SITIO	PUNTO DE REFERENCIA	COORDENADAS UTM		ALTURA (msnm)	
			X	Y		
A1E	Fuente de entrada de agua a parcela agroecológica 1	Río San José	819495	7513,78	2924	
A1S	Fuente de salida de agua a parcela agroecológica 1	Ayora	819187,02	7510,45	2858,00	
A2E	Fuente de entrada de agua a parcela agroecológica 2	Acequia Santa Ana	820901,09	9429,89	3076	
A2S	Fuente de salida de agua a parcela agroecológica 2	Parcela Laureles	Los	820899,06	9415,97	2977,00
CE	Fuente de entrada de agua a parcela convencional	Acequia	813279,67	10832,78	2979,00	
CS	Fuente de salida de agua a parcela convencional	Parcela de frutilla	813259,41	10823,50	2979,00	

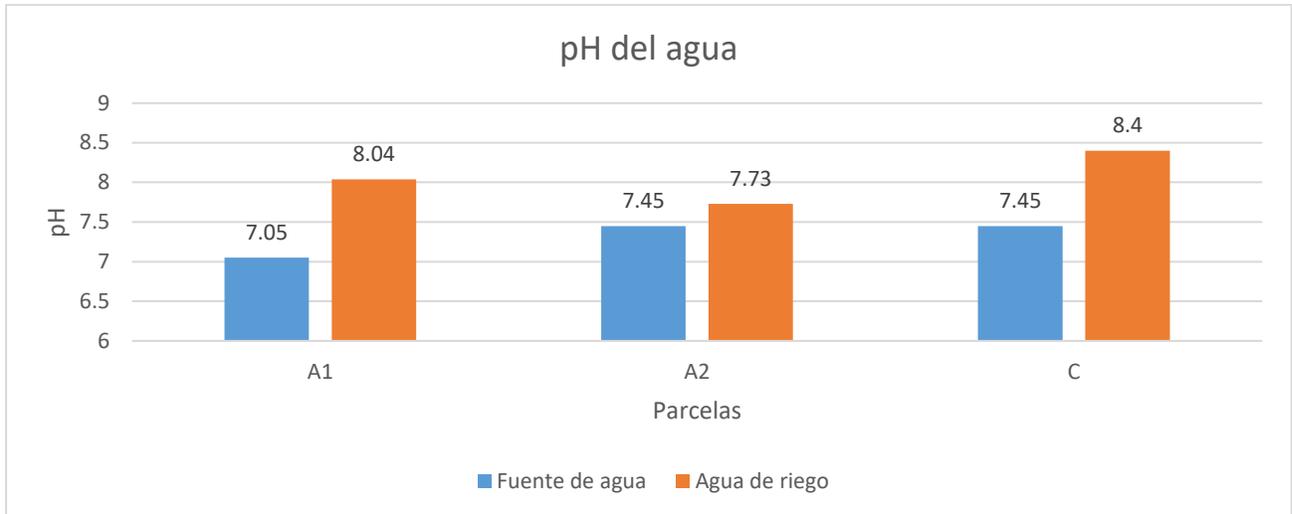
Nota: Coordenadas de ubicación de los seis puntos de muestreo de agua de cada parcela con su respectiva fuente de agua. *Fuente: La investigación*

5.3.1. Comportamiento del pH

En la figura 27 se relaciona los resultados de los análisis realizados a las aguas de las parcelas y fuentes de agua de los productores agroecológico y el productor convencional, la interpretación de los resultados están basados en el TULSMA LIBRO VI ANEXO 1.

Figura 26

Resultados de pH del agua



Nota: En el gráfico se observa como varían los valores de pH tanto en la fuente de agua como en el agua que utilizan para riego de cada parcela. *Fuente: La investigación*

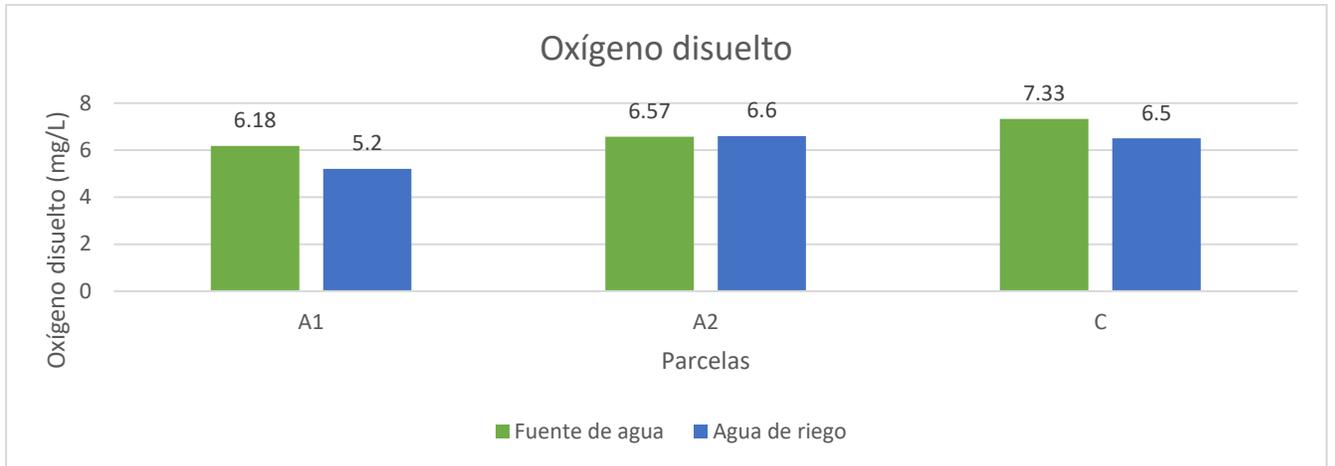
Los análisis efectuados los valores de pH de las fuentes de agua están entre los 7 -7.5 y en las parcelas el pH está entre 7.7 y 8.4. Estos valores están dentro de los parámetros permisibles de acuerdo al TULSMA, pese a esto, al ser un pH alcalino las plantas van a tener dificultad en absorber los nutrientes de manera correcta ya que se insolubilizan y quedan retenidos en el suelo, por lo cual los cultivos pueden experimentar deficiencia de magnesio, fosfato o hierro (Maher Smart Agrocontrollers, 2015).

5.3.2. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un indicador de importancia para el análisis de la calidad de agua ya que es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, el valor límite permisible según el TULSMA (2011) es de 6 mg/L.

Figura 27

Oxígeno disuelto del agua



Nota: En el gráfico se observa como varían los valores de oxígeno disuelto en la fuente de agua y en el agua que utilizan para riego de cada parcela *Fuente: La investigación*

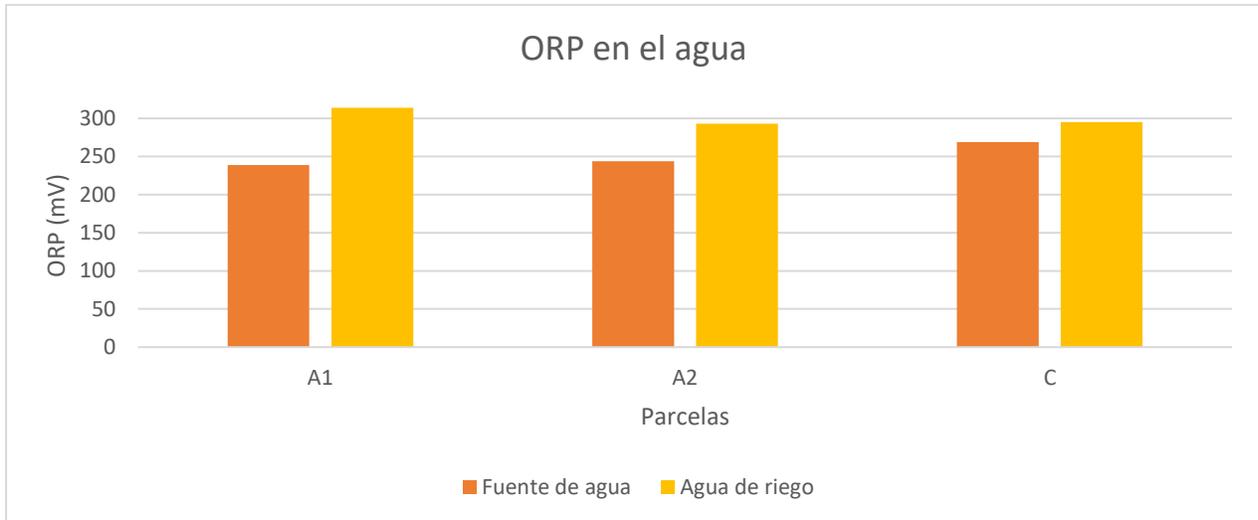
Como se puede ver en la figura 28 en el resultado de la muestra A1 existe deficiencia de oxígeno disuelto, lo cual aumentaría las concentraciones de DBO provocando el desprendimiento de nutrientes del agua como es el hierro y manganeso ocasionando un “proceso de putrefacción de la materia orgánica en el agua y disminuyendo más el oxígeno presente en el agua” (DIGESA, 2019).

5.3.3. Potencial de oxidación – reducción

El valor de ORP aumenta cuando el pH de la solución es más bajo y viceversa, los valores obtenidos de potencial redox son positivos porque si existe un proceso de oxidación de sustancias química en el agua.

Figura 28

Potencial de óxido reducción del agua



Nota: En el gráfico se observa como varían los valores de ORP tanto en la fuente de agua como en el agua que utilizan para riego de cada parcela *Fuente: La investigación*

En base a los datos obtenidos figura 29 podemos establecer que el agua de la fuente y el agua que es utilizada para el riego proviene de una vertiente ya que sus valores superan los 50 mV, lo cual nos indica que existe un proceso de desinfección óptimo del agua.

5.3.4. Relación DBO/DQO

Mera y Vasquéz (2017) menciona que la relación DBO/DQO al ser un valor inferior a 0,2 el vertido es de tipo inorgánico (probablemente provenga de aguas residuales industriales), mientras que si el valor es superior a 0,6 el vertido es orgánico (probablemente provenga de aguas residuales urbanas, restos de ganado o industria alimenticia).

Tabla 12*Relación DQO/DBO del agua*

MUESTRA	DBO mg/L	DQO mg/L	DBO/DQO
AE1	<5,00	<15,00	<0,33
AE2	<5,00	<15,00	<0,33
CE	<5,00	<15,00	<0,33
AS1	<5,00	<15,00	<0,33
AS2	<5,00	<15,00	<0,33
CS	<5,00	<15,00	<0,33

Nota: En la tabla se detalla los valores de DBO y DQO que han sido utilizados para sacar la relación de DBO/DQO de las seis muestras de agua. *Fuente: La investigación*

En la tabla 12 se puede apreciar que los valores de DBO y DQO son iguales en la fuente de salida y de entrada agua a las parcelas. Una vez realizada la relación se tuvo como consiente el valor de <0,33 que indica que el agua de la fuente y de las parcelas está libre tóxicos.

5.3.5. Conductividad eléctrica, SDT, RAS y C.R.S.

En la Tabla 13 se presentan los valores de los análisis correspondientes a la RAS y C.S.R. los cuales, permiten analizar los riesgos de afectación a la infiltración de los suelos producto del contenido de sodio con respecto al calcio y el magnesio; para lo cual nos basamos en el criterio de valoración del TULSMA (2011) que se encuentran en la tabla 14. Como se puede apreciar de acuerdo con los valores obtenidos existe restricción severa para utilizar el agua muestreada como agua de riego de las parcelas agroecológicas 1 y parcela convencional. El exceso de salinidad del agua produce el fenómeno conocido como “sequedad fisiológica” en el suelo, en donde la planta no es capaz de tomar agua del suelo, la planta se deshidrata y los cultivos reducirían su tamaño.

Tabla 13*Valores de E.C., RAS Y CRS de los análisis de la investigación*

Muestra	EC	RAS	CS	ST
	mmhos/cm	meq/L	meq/L	mg/L
A1S	0,167	1,47	1,24	82
A2S	0,83	0,82	0,68	42
CS	0,89	14,8	1,15	44
A1E	0,174	1,23	1,33	90
A2E	0,93	0,87	0,68	45
CE	0,169	0,94	0,51	85

Nota: Tabla de valores de resultados obtenidos en el análisis de muestras de agua de la fuente y agua de riego de las 3 parcelas, para los parámetros de conductividad eléctrica, adsorción de sodio, carbonato de sodio y sólidos totales disueltos. *Fuente: La investigación*

Tabla 14*Criterio de valoración*

Tipo de problema	Grado de restricción de uso			
	Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad				
CE (mmhoms/cm)	<0,7	0,7	3	>3,0
Sólidos disueltos totales (mg/L)	<450	40	2000	>2000
Infiltración				
RAS= 0 - 3	>0,7	0,7	0,2	<0,2
RAS= 3 - 6	>1,2	1,2	0,3	<0,3
RAS= 6 - 12	>1,9	1,9	0,5	<0,5

RAS= 12 - 20	> 2,9	2,9	1,3	<1,3
Tipo de problema	Grado de restricción de uso			
	Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
RAS= 20 - 40	> 5,0	5	2,9	<2,9
Toxicidad				
Cloruros meq/L	4	4	10	>10
pH			6,5 - 8,4	

Nota: Tabla de criterio de valoración para calidad de agua de riego para los parámetros de pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, cloruros, nitratos y RAS. *Fuente:*(TULSMA, 2011)

Tabla 15

Criterio de valoración de C.R.S

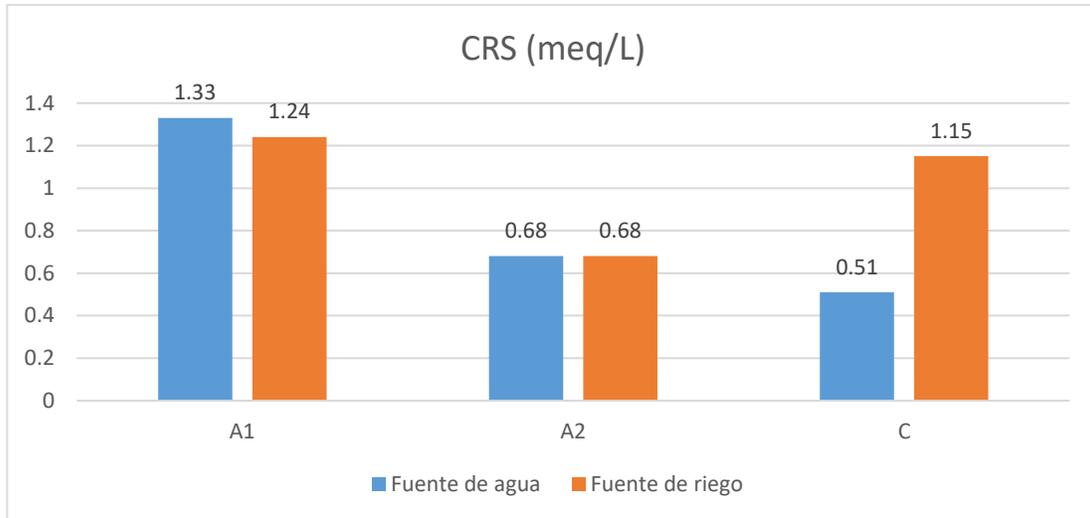
Valor (meq/L)	Recomendación
<1,25	Aguas recomendables
1,25 - 2,5	Aguas poco recomendables
>2,5	Aguas no recomendables

Nota: Tabla de referencias para el criterio de valores de carbonato de sodio residual *Fuente:* (HANNA, 2018).

En la figura 30 se compara el CRS de cada parcela. Se observa que la parcela A1 supera en la fuente de agua el 1,25 meq/L que se considera en la tabla 15 para que el agua sea recomendable para su uso. Pero en la trayectoria y por situaciones externas el valor de CRS del agua disminuye llegando a un valor menor al 1,25 meq/L lo que quiere decir que esta agua si se puede utilizar para el riego.

Figura 29

Contenido de CRS del agua



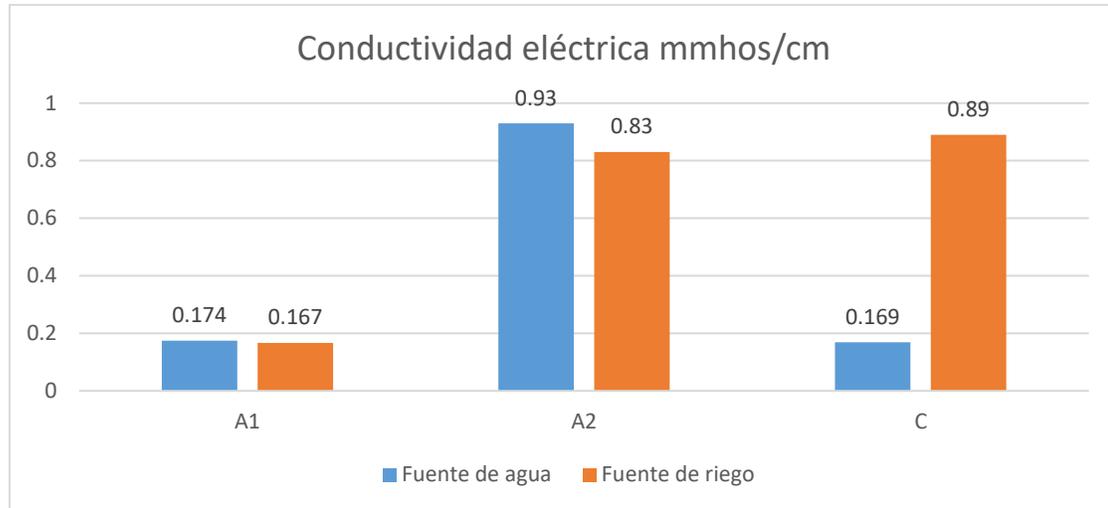
Nota: El gráfico compara el CRS del agua presente en la fuente de agua y en el agua para riego.

Fuente: La investigación

La salinidad del agua de riego puede generar una reducción en el rendimiento del cultivo, por lo que es esencial su control tanto en el agua de riego como en el propio suelo. La presencia de iones procedentes de las sales que se encuentran en el suelo y en los fertilizantes aplicados en la parcela convencional a largo plazo provocaría una saturación salina en el suelo. (HANNA, 2018, p5) Para determinar la calidad del agua de riego referente a la conductividad eléctrica nos basamos en el criterio de valoración de la FAO que se encuentra en la tabla 13.

Figura 30

Conductividad eléctrica del agua



Nota: El gráfico compara la conductividad eléctrica del agua presente en la fuente de agua y en el agua para riego de cada parcela. *Fuente: La investigación*

En la figura 31 se observa que las muestras de agua se encuentran en un rango de conductividad eléctrica que va de 0,83 a 0,89 mmhos/cm, esto significa que la parcela A1 tiene un grado de restricción de uso ligero, pero aun así puede obtener rendimientos agrícolas adecuados, siempre y cuando se cuente con un drenaje eficiente (Durov 1948), sin embargo, si el lavado y drenaje no ocurren correctamente, se presentan condiciones de salinidad, estas aguas pueden funcionar mejor para cultivos moderadamente tolerantes a las sales (Lamz y González, 2013).

En base al criterio de valoración de la tabla 14 tomada del TULSMA podemos determinar que la calidad de agua en función a la conductividad no representa ningún riesgo severo para el cultivo en la parcela convencional y agroecológica 2.

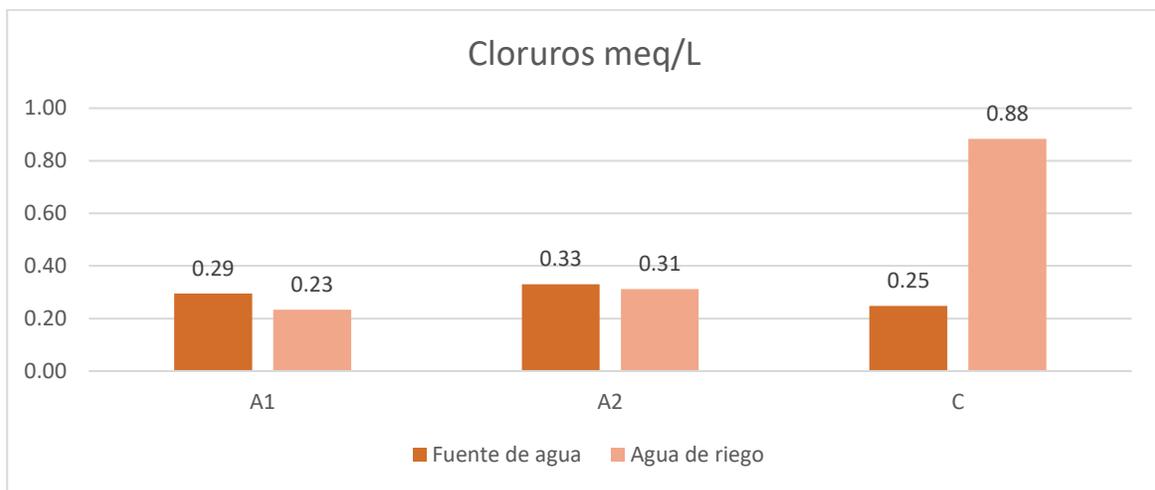
La cantidad de sólidos disueltos totales en relación con la conductividad eléctrica de cada muestra representa un riesgo bajo de salinidad del agua, por lo cual esta agua se puede usar en los cultivos directamente.

5.3.6. Cloruros

En la figura 32 se compara las concentraciones de cloruros en la entrada y salida de agua en cada parcela. Las seis muestras contienen un bajo contenido de cloruros en relación a los límites permisibles que están detallados en la tabla 26 tomada del TULSMA (2011) lo cual indica que no existe restricción en el uso de esta agua.

Figura 31

Contenido de cloruros en el agua



Nota: El gráfico compara la concentración de cloruros del agua presentes en la fuente de agua y en el agua para riego. *Fuente: La investigación*

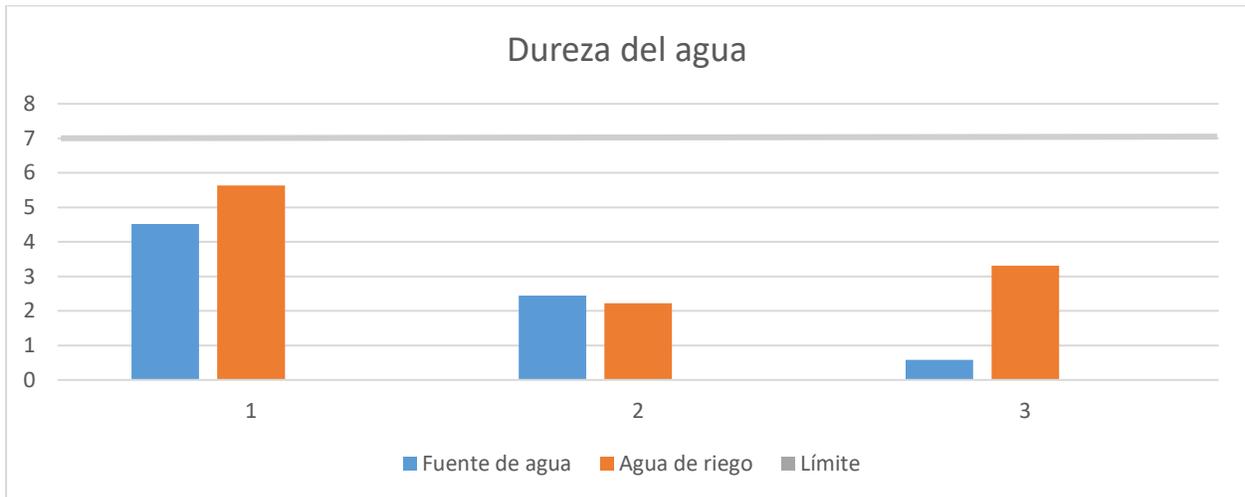
5.3.7. Comportamiento de la dureza del agua

Mediante este índice nos referimos al contenido de calcio que está presente en el agua, la dureza es baja tanto en la fuente de entrada de agua como en las parcelas de los ambos

agroecosistemas, como se puede ver en la figura 33 estos valores están dentro de los límites permisibles. Es importante conocer la cantidad de dureza que existía en el agua para prevenir o evitar obstrucciones en los ramales de riego y boquillas, si la dureza es elevada es recomendable airear el agua para que el calcio precipite.

Figura 32

Valores de dureza del agua



Nota: El gráfico compara la dureza del agua presenta en la fuente de agua y la dureza en el agua para riego. *Fuente: La investigación*

El agua de riego utilizada para las tres parcelas es un agua muy dulce ya que sus valores son menores a 7, por lo cual es apta para el uso agrícola.

5.3.8. Análisis microbiológicos

Es importante analizar los parámetros microbiológicos dentro de la calidad de agua de riego debido a que la aplicación directa a cultivos como las hortalizas puede contener microorganismos patógenos que pueden producir enfermedades al ser humano por su consumo.

Los valores medidos y evaluados se encuentran en la Tabla 15 se puede evidenciar riesgo del agua para su utilización ya que sobrepasan los límites permisibles que son (Mera y Vasquéz, 2017):

- Número más probable (NMP) de organismos Coliformes totales: 5000 / 100 ml.
- Número más probable (NMP) de organismos Coliformes fecales: 1000 / 100 m

Tabla 16

Resultados microbiológicos del agua

Parcela	Coliformes fecales (nmp/100mL)		Coliformes totales (nmp/100mL)	
	Fuente de agua	Fuente de riego	Fuente de agua	Fuente de riego
A1	80	1600	840	40000
A2	1	1	60	870
C	130	90	11000	4100

Nota: Resultados del análisis microbiológico de las muestras de agua de las tres parcelas en la fuente de agua y en la fuente de riego. *Fuente: La investigación*

Como se puede observar en la tabla 16 las muestras correspondientes a la parcela convencional de ambas fuentes de agua exceden los límites permisibles para coliformes totales y coliformes fecales, de igual manera la fuente de agua para la parcela agroecológica 1 sus valores son superiores al de la norma, las posibles causas de esto es que en ambos agroecosistemas utilizan agua de canal y estos canales no están tapados, su trayectoria es extensa por lo cual en el transcurso del camino hay ganado alrededor o salida de agua de otras parcelas lo cual eleva la cantidad de coliformes totales y fecales al momento de ingresar a las parcelas.

5.3.9. Aporte de nutrientes en el agua de riego

Los nutrientes son necesarios para el metabolismo y fotosíntesis de las plantas, por lo cual debemos conocer la cantidad de nutrientes que se encuentran en el agua de riego. En la tabla 17 se detalla los valores obtenidos en el muestreo en los diferentes puntos.

Tabla 17*Tabla de aporte nutricional del agua*

Muestra	PO₄ mg/L	NO₃ mg/L	K mg/L
A1S	0,69	0,62	3
A2S	0,07	0,46	2
CS	4,14	1,44	0,74
A1E	0,56	0,77	5
A2E	<0,05	0,36	2
CE	<0,05	0,49	0,08
Límites permisibles	0-2	0-10	0-2

Nota: Tabla de resultados de fosfatos, nitratos y potasio presentes en el agua de las parcelas estudiadas. *Fuente: La investigación*

Con los datos del análisis se puede tener una estimación de los aportes de nutrientes que posee el agua de riego, lo cual muestra la cantidad en miligramos de nutrientes que aporta el agua en sus diferentes puntos de muestras, donde se puede concluir que el agua de la parcela agroecológica 2 supera el rango de concentraciones de potasio en el agua, como menciona Chen, (2020) esto puede causar antagonismos que lleven a deficiencias de otros nutrientes como el magnesio o el calcio, esto puede darse a que la fuente de agua está distante a la parcela y en toda la trayectoria existe florícolas u otras parcelas convencionales que estén alterando la calidad del agua hasta que llegue a la parcela agroecológica 2.

5.3.Resultados de muestras de suelo

El muestreo del suelo se realizó en 3 parcelas, dos parcelas agroecológicas y una parcela convencional, su ubicación y código se encuentra detallado en la tabla 18.

Tabla 18*Referencia y abreviatura para el muestreo de suelo*

CÓDIGO	FUENTE DEL SITIO	COORDENADAS UTM		ALTURA
		X	Y	(msnm)
A1	Parcela agroecológica 1	819187,02	7510,45	2858,00
A2	Parcela agroecológica 2	820899,06	9415,97	2977,00
C	Parcela convencional	813259,41	10823,50	2979,00

Nota: Coordenadas de puntos de muestreo del suelo de cada parcela analizada. *Fuente:* La investigación

Para la determinación de la salud del suelo se analizó varios parámetros físicos, químicos y biológicos. Según Estrada et al. (2017) estos parámetros se suelen utilizar con mucha frecuencia debido a que se usan para definir la fertilidad del suelo. Los análisis presentaron permitieron estimar deficiencias en cada uno de los suelos estudiados.

5.3.1. Parámetros Físicos

5.4.1.1. Densidad aparente (g/cm³), porosidad y textura del suelo.

Los valores que puede tomar la densidad aparente dependen de muchos factores, incluyendo la textura, porosidad y contenido de materia orgánica del suelo (Rubio, 2010). Dentro del análisis de densidad aparente, los valores obtenidos en las parcelas analizadas A1, A2 y C presentaron valores de 0.93, 1.10 y 1.03 respectivamente como se puede observar en la tabla 19. Por otra parte, de acuerdo a los porcentajes de arena, arcilla y limo de los suelos muestreados presentan una clase textural franco arenoso para las parcelas A1 y A2, mientras que para la parcela C, corresponde una textura franca.

Tabla 19

Cuadro de valores de densidad aparente y porcentaje de porosidad

Parcela	DA (gr/cm³)	%Porosidad
A1	0.93	59.03
A2	1.10	63.59
C	1.03	50.97

Nota: El cuadro muestra los valores obtenidos del análisis de densidad aparente y porcentaje de porosidad de cada parcela. Fuente: La investigación

Con base a los datos obtenidos podemos concluir que la DA coincide con la clase textural que presentan cada uno de los suelos de la investigación, permitiendo un crecimiento de raíz efectivo para un crecimiento normal de los cultivos con un porcentaje de porosidad que oscila entre el 50 y 64%. Esto se ve reflejado en la tabla 20, donde la DA se presenta con valores menores a 1.6 que corresponden a clases texturales arenoso y franco arenoso. En la investigación de Ingaramo, Paz, Miras y Vidal (2007) se afirma que la DA afecta al crecimiento de las plantas debido al efecto que tienen la dureza y la porosidad del suelo sobre las raíces.

Tabla 20*Cuadro de valores de densidad aparente*

Textura del suelo	DA para el crecimiento ideal de raíces (gr/cm³)	DA que afecta el crecimiento de raíces (gr/cm³)
Arenoso, franco arenoso	<1.6	>1.8
Franco arenoso, Franco	<1.4	>1.8
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	<1.4	>1.75
Limoso, franco limoso	<1.4	>1.75
Franco arcillo limoso	<1.4	>1.65
Arcillo arenoso, arcillo limoso, franco arcilloso	<1.1	>1.58
Arcillo	<1.1	>1.47

Nota: Tabla de referencias para el criterio de valores de densidad aparente. Fuente:

USDA,(2015)

5.4.2. Parámetros Químicos

5.4.2.1. pH del Suelo

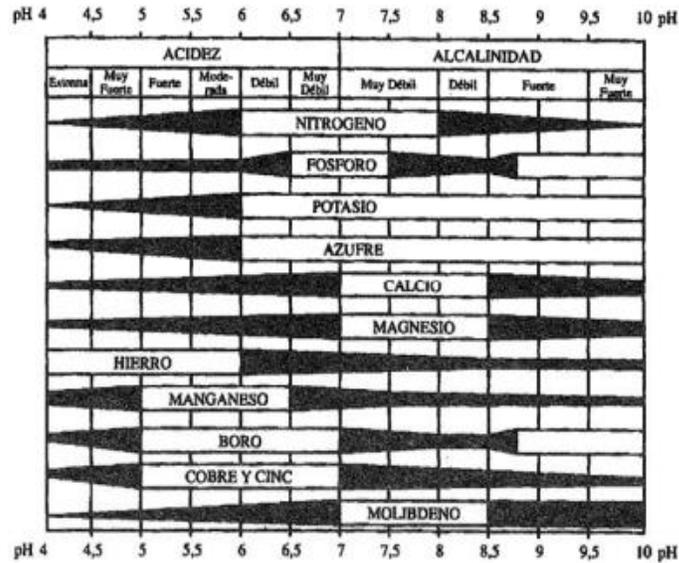
El pH es uno de los análisis químicos que más relevancia puede tener en muestras de suelo, ya que nos puede indicar muchas condiciones existentes en el suelo y su influencia directa con el crecimiento de los cultivos. Según Padilla (2007) afirma que:

En suelos ácidos como alcalinos hacen que algunos nutrientes sean altamente insolubles a valores de pH altos, mientras que otros son menos disponibles a valores de pH bajo. La disponibilidad máxima para la mayoría de nutrientes ocurre en el rango de pH de 6,5 a 7,5 (p.327)

Lo anterior mencionado se puede apreciar de mejor manera en la figura 34.

Figura 33

Disponibilidad de nutrientes con relación al pH



Nota: La figura indica la disponibilidad de nutrientes en el suelo dependiendo del valor de pH que presente. *Fuente:Andrades y Martinez, (2014).*

El pH de los suelos estudiados de cada parcela en el cantón Cayambe, presentan niveles cuyos valores oscilan entre 6,40 a 7,20 como se puede apreciar en la tabla 21.

Tabla 21

Cuadro de valores del suelo obtenidos de cada parcela

Parcela	pH
A1	7.14
A2	6.52
C	6.46

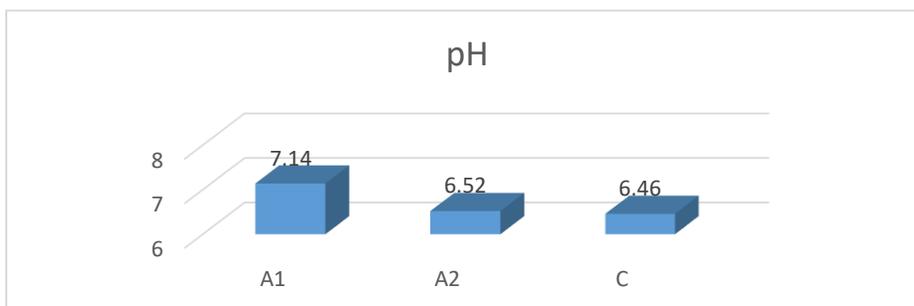
Nota: La tabla muestra los valores de pH obtenidos de los análisis de suelo realizados a cada parcela. *Fuente: La investigación*

A partir de dichos resultados se puede concluir que los suelos estudiados se clasifican según su nivel de pH con base a la tabla 22 como suelo ligeramente alcalino en el caso de la parcela A1, mientras que para las parcelas A2 y C se las clasifica como ligeramente ácida, por lo que se puede concluir que los suelos presentan niveles normales de pH lo que facilita la retención de nutrientes y un crecimiento normal de los cultivos. Para Vásquez, Santiago y Estrada (2002) los valores de obtenidos “favorecen a que la mayoría de los nutrientes estén disponibles para las plantas y por ende para desarrollo de los cultivos a de 6.5 a 7.5” (p.15), con esto, podemos expresar que la diversidad de cultivos que albergan las parcelas agroecológicas pueden desarrollarse con normalidad ya que el suelo presenta un pH óptimo, de igual manera ocurre con la parcela convencional que no presenta mayor diferencia en los resultados.

Según Bárbaro, Karlanian y Mata (2005) si el pH del sustrato se encuentra en el rango óptimo la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad. Por debajo de este rango, pueden presentarse deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio; mientras que, por encima, puede disminuir la solubilidad del hierro, fósforo, manganeso, zinc y cobre, afectando al crecimiento normal de los cultivos (p.2).

Figura 34

pH del suelo de la investigación



Nota: El gráfico muestra la comparación entre los valores de pH del suelo obtenidos durante el análisis. *Fuente: La investigación*

Tabla 22*Valores de pH y condiciones de acidez del suelo agrícola*

Intervalo de pH	Condición de Alcalinidad o Acidez
< 5.4	Extremadamente ácido
5,5 – 6,1	Fuertemente ácido
6,2 – 6,9	Ligeramente ácido
7	Neutro
7,1 – 7,4	Ligeramente alcalino
7,5 – 8,4	Fuertemente alcalino
> 8,5	Extremadamente alcalino

Nota: La tabla muestra la condición de alcalinidad o acidez que presentan los suelos con relación al pH. *Fuente: Sosa, (2003).*

5.4.2.2. Conductividad Eléctrica del Suelo (ms/cm)

La conductividad eléctrica es un parámetro químico que nos sirve para poder clasificar a un suelo como salino o no. “Este parámetro permite determinar la concentración de sales presentes en el suelo y las consecuencias que ocasiona en la absorción de agua y nutrientes por el sistema radicular, en el metabolismo de las plantas y el crecimiento de los cultivos” (Lechón, 2014, p.87).

La conductividad eléctrica medida en ms/cm (milisegundo/centímetro) de los suelos de las parcelas estudiadas se encuentran en un rango que va desde 0.15 – 0.40 los cuales representan valores no significativos. Comparándolo con tabla 23 podemos concluir que los suelos califican como no salinos debido a la baja concentración de sales que estos presentan, esto concuerda con los valores obtenidos, ya que corresponden a valores para suelos no alcalinos, por lo cual se puede afirmar que los suelos estudiados no presentan problemas respecto al contenido de sales presentes

en los mismos y por ende la producción de estos no se vería afectada con respecto a esta variable.

Tabla 23

Criterios de evaluación de la salinidad del suelo con base en sus conductividad eléctrica.

Categoría del suelo	Valor (ms/cm)
No salino	0 – 2.0
Poco salino	2.1 – 4.0
Moderadamente salino	4.1 – 8.0
Muy salino	8.1 – 16.0
Extremadamente salino	> 16.0

Nota: Tabla de referencia para la categorización de suelos según el valor de conductividad eléctrica que presenten. *Fuente: Fernandez y Rojas, (2006)*

Hay que tomar muy en cuenta que los valores de salinidad pueden verse afectados por varios factores; la naturaleza del suelo, manejo de agua de riego y los problemas de mal drenaje. Para Villagrán (2010) un mal drenaje y una restringida cantidad de agua de riego son factores importantes en la acumulación de sales en el suelo llegando a convertirse en un problema muy grave para los cultivos.

El valor de conductividad que presenta el suelo, influye en gran medida en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes, por lo que, la planta tendrá que realizar un mayor esfuerzo para lograr extraer los nutrientes, lo que conlleva a un gasto adicional de energía que terminará por influir negativamente en el rendimiento productivo. Para López y Zamora (2016) “la salinidad del suelo tiene un efecto muy importante sobre los cultivos agrícolas. El incremento de sales dificulta la capacidad de las raíces para absorber agua, lo que conduce a un progresivo decrecimiento en el desarrollo y rendimiento” (p.9).

Zúñiga y Ramos (2011) manifiesta que la presencia de salinidad en los suelos interfiere en el crecimiento adecuado de la mayoría de los cultivos y por lo tanto constituye uno de los problemas más serios que enfrenta la agricultura. Este problema tiene efectos negativos sobre el suelo, como la disminución de la actividad biológica, la reducción en la disponibilidad de nutrientes, lo que es limitante para el desarrollo de los cultivos (p.2).

5.4.2.3. Materia Orgánica en el Suelo (MOS)

La materia orgánica en el suelo (MOS) es considerada por Blanco (2006) como:

La acumulación de todos los residuos vegetales y animales, así como de las células microbiales depositadas en el suelo y que se encuentran en proceso de descomposición, siendo esto importante como fuente de la energía requerida para la actividad y el metabolismo de los microorganismos del suelo y como sustrato para el suministro de algunos nutrientes esenciales para las plantas (p.10).

Este parámetro juega un papel fundamental en la salud del suelo, ya que influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo. Para Gliessman, (2014) el suelo es una parte viva del agroecosistema cuando contiene y sostiene una variedad diversa de organismos vivos. Estos organismos, denominados colectivamente biota del suelo, a su vez dependen de la materia orgánica del suelo como base de su nutrición.

Tabla 24

Porcentaje de materia orgánica

Parcela	%Materia Orgánica
A1	3.42
A2	3.56
C	3.35

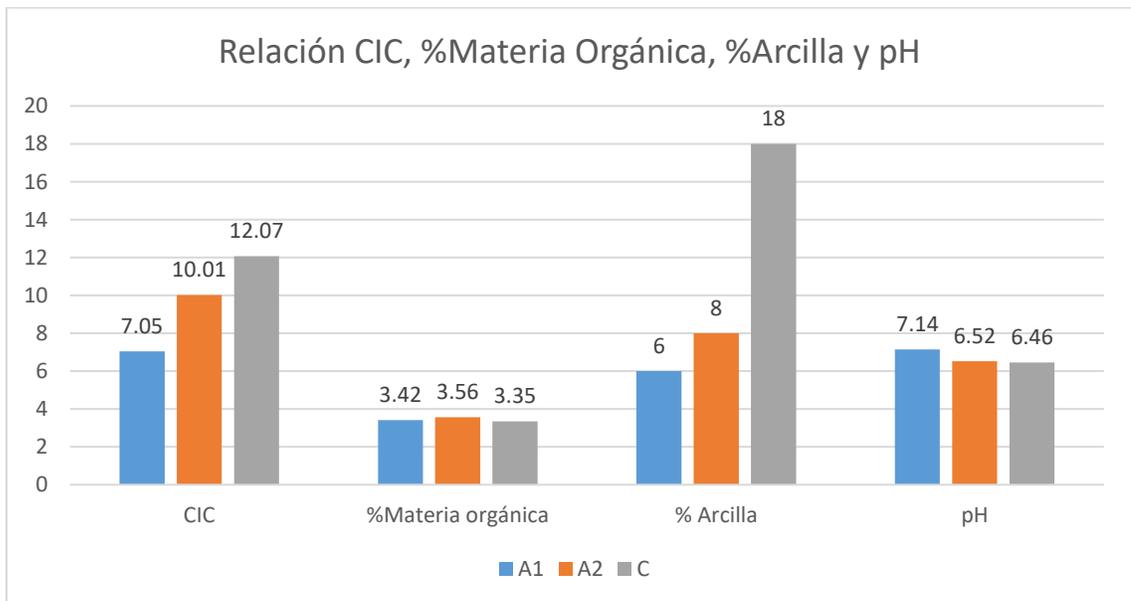
Nota: La tabla muestra los valores de porcentaje de materia orgánica obtenidos del análisis de suelo de cada parcela. *Fuente: La investigación*

Los porcentajes de MOS que se obtuvieron como resultado de los análisis realizados en los suelos estudiados A1, A2 y C presentan valores de 3.42, 3.56 y 3.35 respectivamente como se puede apreciar en la tabla 24. Estos valores corresponden según la tabla 24, a suelos agrícolas con un porcentaje de materia orgánica alto para la parcela A1 y C, mientras que para la parcela A2 muy alto; determinando así un secuestro de carbono efectivo, regulador del dióxido de carbono atmosférico y tiene además una elevada capacidad de intercambio catiónico, lo que nos indica un estado de salud del suelo óptimo.

5.4.2.4. Relación Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Materia orgánica, porcentaje de arcilla y textura del suelo.

Figura 35

Relación CIC, Materia orgánica, arcilla y pH



Nota: La gráfica muestra las comparaciones de los parámetros de CIC, MO, porcentaje de arcilla y pH del suelo de cada parcela. *Fuente: La investigación*

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) nos indica la cantidad de cargas negativas que están disponibles en el suelo. Para Palmer y Troeh, (1995) este parámetro está asociado a los coloides presentes en los suelos incluyendo tanto a las arcillas como a la materia orgánica. Este es un indicador de la capacidad que tienen el suelo para retener e intercambiar los nutrientes (calcio, magnesio, sodio y potasio), ya que estos presentan una carga positiva, se fijan en la materia orgánica y arcillas, que tienen carga negativa. La amplia variabilidad de los valores de CIC en el suelo guarda relación con la variabilidad en las demás propiedades químicas y físicas de los suelos que en general se observaron.

Tabla 25

Resultados de los análisis de CIC en cada parcela

Parcela	%Materia Orgánica
A1	3.42
A2	3.56
C	3.35

Nota: La tabla muestra los resultados de los análisis de CIC y porcentaje de arcilla encontrados en el suelo de cada parcela. *Fuente: La investigación*

Los valores obtenidos durante el estudio de los suelos de cada una de las parcelas del cantón Cayambe A1, A2 y C, reflejaron valores de 7.05, 10.01 y 12.07 respectivamente como se puede observar en la tabla 26. Estos valores están directamente relacionados con el porcentaje de arcilla presente en el análisis textural del suelo ya que para Bravo et al. (2002) “las arcillas están cargadas negativamente, por lo que suelos con mayores concentraciones de arcillas exhiben capacidades de

intercambio catiónico mayores” (p.52). En la investigación de García (2015) menciona que los suelos con alta CIC, son aquellos con altos contenidos de arcilla y/o materia orgánica y estos a su vez indican que las condiciones del suelo van encaminadas hacia una buena fertilidad ya que aumenta la capacidad del suelo de retener nutrientes. Esto se refleja en la clase textural encontrada en los suelos analizados. Se presentaron 2 tipos de texturas; franco y franco-arenoso. Las parcelas agroecológicas A1 y A2 presentan una textura franco-arenoso lo que corresponde a una CIC que oscila entre los 5 y 10 (meq/100g) que se asemeja a los resultados obtenidos en la investigación, mientras que la parcela C presenta una clase textural franco con rangos de CIC que oscilan entre 5 – 15 (meq/100g), lo cual concuerda con los datos obtenidos. Con base a estos resultados podemos concluir que la clase textural del suelo influye en el valor de CIC.

Tabla 26

CIC para diferentes tipos de texturas del suelo

Textura del Suelo	CIC (meq/100g)
Arena	1 - 5
Franco Arenoso	5 - 10
Franco	5 - 15
Franco Arcilloso	15 - 30
Arcilloso	>30

Nota: La tabla muestra la relación entre la textura del suelo en relación a la clase textura de los suelos. *Fuente: Intagri. (2016)*

Es destacable que el pH influye directamente en la capacidad de intercambio catiónico,

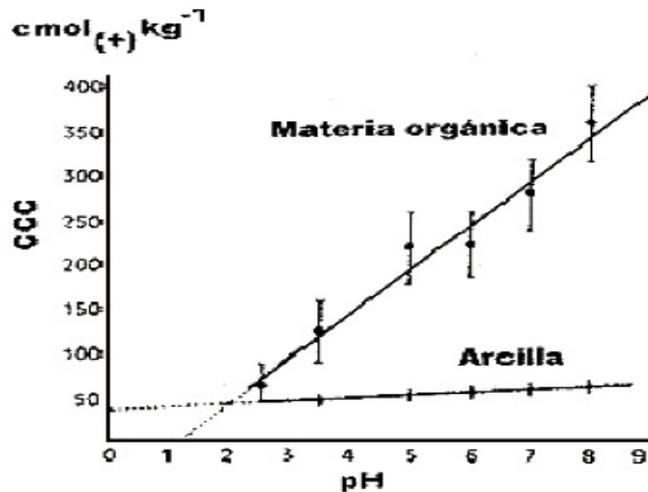
pues la CIC aumenta a medida que el pH es más elevado. Ludwig et al. (2001) en su investigación determinó que “la CIC del suelo de la capa superficial incrementó con el incremento del pH desde 3,2 cmol.kg⁻¹ a pH 3 a 23 cmol.kg⁻¹ a pH 6,5” (p.40).

El autor Mosquera (2017) asegura que los suelos presentan distinta capacidad de cambio en función del pH. A pH bajos los hidrogeniones están fuertemente retenidos en las superficies de las partículas, pero a pH altos los H de los grupos carboxílicos primero y de los OH después, se disocian y los H⁺ pueden ser intercambiados por cationes (p.10).

Esto es la consecuencia de que la capacidad de cambio de cationes aumente con el pH. Los valores de CIC aumentan conforme aumenta el pH debido a la aparición de grupos funcionales, tales como carboxilos e hidroxilos como se muestra en la figura 37.

Figura 36

CIC vs pH



Nota: En el Figura 30 podemos observar que la materia orgánica es mucho más sensible a los cambios de la CIC con el que la arcilla. *Fuente: Carreira (2005).*

Tabla 27*Criterios de evaluación de la capacidad de intercambio catiónico*

<i>Categoría</i>	<i>CIC (meq/100g)</i>
<i>Baja</i>	<i>< 10</i>
<i>Media</i>	<i>10 - 20</i>
<i>Alta</i>	<i>> 20</i>

Fuente: COLINAGRO, 2014

Las muestras de suelo de las parcelas A2 y C presentan un valor de CIC medio como se observa en la tabla 27, lo que determina que los suelos presentan condiciones moderadas de nutrición para el crecimiento y desarrollo normal de los cultivos. De acuerdo con Bertsch, (1987) un valor de CIC inferior a 10 meq/100g se considera bajo; entre más alto sea este índice mayor capacidad de nutrición tiene. Por otro lado, la parcela A1 muestra un bajo nivel de CIC como se puede apreciar en la tabla 16. El valor de CIC de la parcela A1 no es proporcional a la cantidad de arcilla y materia orgánica por lo que podemos deducir que este suelo presenta valores bajos de CIC a razón de la pérdida de nutrientes por lixiviación debido a tres factores: la pendiente influye para que los nutrientes lixivien por escorrentía, mal manejo de agua de riego y la presencia de elevadas precipitaciones anuales y altas intensidades de lluvia en algunas épocas del año (López y Solís 1992), lo que favorece la percolación. Esto se puede corroborar con los datos pluviométricos, donde se encontró que esta zona presenta una pluviosidad mensual desde 1350 mm a 1500 mm (GADIP CAYAMBE, 2018). El autor Toledo (2016) menciona que “en áreas donde la intensidad (cantidad de lluvia/tiempo) y los volúmenes de lluvia son altos, se han desarrollado suelos de baja

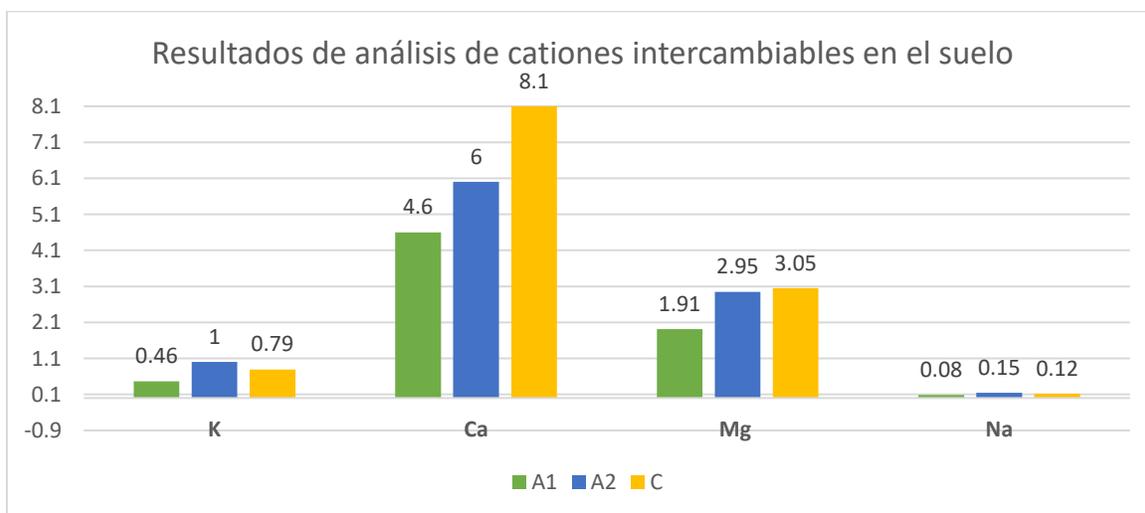
fertilidad debido a la pérdida de nutrientes, en especial bases intercambiables, como el calcio y el magnesio” (p.15). La pérdida de estos dos cationes puede conllevar a un proceso de acidificación del suelo con el tiempo. En el campo, esta pérdida de nutrientes afecta negativamente a los cultivos en su rendimiento lo que conlleva a la muerte de los mismos. De igual manera esta diferencia de nutrientes que presentó la parcela C en relación a las parcelas A1 y A2 puede deberse a que dentro de la agricultura convencional el uso de fertilizantes sintéticos es constante lo que arroja un valor muy alto de CIC, mientras que en la agricultura agroecológica no ocurre esto por las prácticas culturales aplicadas.

5.4.2.5. Disponibilidad de Cationes (Ca, K, Mg y Na).

La nutrición de minerales en el suelo se da debido a la disponibilidad de los elementos en la solución del suelo. Esta se abastece principalmente de la fase de intercambio iónico que puede pasar en un tiempo corto a la solución durante las diferentes etapas del cultivo. (Sadeghian, 2014).

Figura 37

Cationes intercambiables en el suelo



Nota: Las concentraciones de nutrientes encontrados en los suelos estudiados presentan valores normales. *Fuente: La investigación*

En la Figura 381 se presentan las concentraciones en meq/100g de Ca, Mg, K y Na. El catión predominante en la investigación fue el Ca, seguido por Mg, K y por último Na. La condición de selectividad entre los cationes es explicada por la abundancia de los materiales inorgánicos en el suelo, por la valencia del ion y por el tamaño del radio de hidratación del ion. (Sparks, 2003).

En relación a la tabla 28, la menor concentración presentó el elemento Na, debido a la baja cantidad de sales presentes en el suelo manteniéndose en un rango menor a 1, lo que se considera óptimo, seguido por el K, el cual presenta un valor bajo en todas las parcelas analizadas, esto se puede relacionar con una menor retención por los coloides debido a su monovalencia. Continúa el Mg, donde se obtuvieron valores que tienen un rango de 1.90 a 3.05 lo que nos indica que sus concentraciones son adecuadas, este catión presenta un radio de hidratación mayor debido a que es divalente, por lo tanto, es retenido con menos fuerza que el Ca; de éste último, se obtuvieron valores en un rango de 4.6 y 8.1, que son valores normales y adecuados, exceptuando a la parcela C, que presenta una concentración alta de Ca. Para Cooper (1953) el calcio es uno de los cationes influyentes en la fertilidad del suelo ya que inhibe a otros iones por formación y precipitación de ciertos compuestos de calcio insolubles. Según Gonzáles (1962) un exceso de calcio en los suelos induce a una deficiencia de los elementos boro, zinc y cobre, por formación de compuestos insolubles. El contenido de Ca tiene relación directa con el de arcilla, es decir, mientras más arcilla se encuentre presente un suelo el valor de la concentración de Ca aumentará. Esto tiene sentido, ya que en la presente investigación la parcela C obtuvo el valor más alto en contenido de arcilla por lo que la concentración de Ca también presentó concentraciones elevadas. Para Espinoza et al. (2012) el contenido de arcilla incrementa con altos contenidos de calcio.

Tabla 28*Resultados del análisis de cationes*

Elemento (meq/100g)	Bajo	Medio	Alto
Calcio	< 3	3 - 6	> 6
Magnesio	< 1.5	1.5 – 2.5	> 2.5
Potasio	< 0.15	0.15 – 0.35	> 0.35
Sodio	Su contenido debe ser menor a 1		

*Fuente: Rodríguez (2009)***Relación Ca/ Mg**

Esta relación es de gran importancia ya que nos permite determinar la estabilidad de la estructura del suelo. A medida que este valor disminuya la estructura del suelo se considera pobre, con un aumento en el valor final de esta relación la estructura del suelo presentará mejoras. Los resultados obtenidos a partir del análisis en las parcelas A1, A2 Y C fueron 2.41, 2.03 y 2.65 respectivamente. De acuerdo a la tabla 28 podemos concluir que la relación de Ca/Mg en las 3 parcelas presentan niveles óptimos. Para Pérez (2015) los valores óptimos Ca/Mg se encuentran entre 2 - 5, si superan los 10, estos rangos indicarían una falta de Mg.

Tabla 29*Relación de cationes*

Nutrientes Disponibles	Niveles Óptimos
Relación Ca/Mg	< 6
Relación Mg/K	2.5 – 15
Relación Ca/K	5 – 25
Relación Ca + Mg /K	10 – 40

Fuente: Laboratorio Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN.

5.4.2.6. Relación Mg/K

Esta relación permite determinar si existe una deficiencia de potasio o magnesio en el suelo. Los resultados obtenidos a partir del análisis de las parcelas A1, A2 Y C, fueron 4.15, 2.96 y 3.85 respectivamente. Estos valores indican que los suelos analizados presentan una relación de Mg/K aceptable como se indica en la tabla 29 y que no existe deficiencia de potasio, así como también de magnesio. Para Ostia (2011) cuando la relación MG/K presenta valores altos es porque existe una deficiencia de potasio, mientras que, si su valor es bajo, el suelo presenta deficiencia de magnesio.

5.4.2.7. Relación Ca+Mg/K

Los valores promedios de la relación Ca+Mg/k se encuentran dentro del rango de 10 - 40 como se muestra en la tabla 29. Los resultados obtenidos a partir del análisis en las parcelas A1, A2 Y C presentaron valores de 19.11, 17.74 y 31.17 respectivamente, lo que indica que existe una

distribución aceptable de los cationes y que estos no están interfiriendo en la asimilación del potasio por la planta. Para Pérez (2015) “la muestra con valores mayores de 40 son las que posiblemente presentan problemas en la asimilación del potasio” (p.12).

5.4.2.8. Fósforo

El fósforo es el nutriente que más frecuentemente limita la producción de cultivos. Para Andrades y Martínez (2014) “el fósforo se clasifica como un nutriente primario, eso significa que los cultivos requieren de él en cantidades relativamente altas” (p.33). Los valores de fósforo obtenidos durante la investigación en las parcelas A1, A2 y C fueron 69.5, 9.57, 23.97 respectivamente. Con base a la tabla 30, podemos ver que las parcela A1 y C presentan cantidades de fósforo óptimos. Por otro lado, los análisis muestran que la parcela A2 presencia una deficiencia de fósforo, lo que podría causar un retraso en el crecimiento de las hojas y tallos de los cultivos.

Para Fernández, (2007) la deficiencia de fósforo repercute en el alargamiento del tallo de las plantas, produciendo plantas enanas, lo que provoca un retardo de la maduración, bajo rendimiento, mala calidad y elevada humedad del grano (p.47).

Tabla 30*Niveles de fósforo en el suelo*

Niveles de P en el suelo	Interpretación
<12	Bajo
12 – 24	Medio
24 – 36	Óptimo
36 – 80	Alto
> 80	Muy Alto

Fuente: (JM Villar y P Villar), 2016

5.4.3. Parámetros Biológicos.

“El componente microbiológico puede servir como indicador del estado general del suelo, pues una buena actividad microbiana en suelo es reflejo de condiciones físicoquímicas óptimas para el desarrollo de los procesos metabólicos de microorganismos” (Ramos y Zúñiga, 2008, p.123). “Los grupos funcionales microbianos conformados principalmente por bacterias y hongos resultan importantes al momento de evaluar la calidad del suelo debido a que responden de manera sensible a las alteraciones causadas en el suelo” (Gómez y Luna, 2018, p.99). En la presente investigación se realizó el recuento de bacterias aerobios mesófilos, como también de hongos y levaduras presentes en los suelos investigados (tabla 31).

Tabla 31*Resultados de análisis biológico*

Parcela	Mohos y Levaduras (ufc/mi)	Bacterias(UFC/mi)
A1	$1,0 \times 10^5$	$3,5 \times 10^6$
A2	$1,1 \times 10^5$	$2,5 \times 10^6$
C	$8,2 \times 10^4$	$1,0 \times 10^6$

Nota: La tabla muestra el recuento de bacterias, mohos y levaduras de los suelos de cada una de las parcelas estudiadas. *Fuente: La investigación*

Entre los microorganismos que habitan en el suelo, las bacterias son más abundantes pues se les encuentra presentes en un rango normal de 10^6 y 10^8 células por gramo de suelo, mientras que, por otro lado, los hongos presentan una menor abundancia entre 10^4 y 10^6 células por gramo de suelo. Es importante mencionar que el pH y la MO son uno de los factores más importantes que influye en la vida de los microorganismos en el suelo. Para Dávila et al. (2008) “en suelos con pH de 5.6 la mayoría de los microorganismos beneficiosos para los cultivos existen, y sus enzimas son activas” (p.142). Generalmente un suelo con alto contenido de MO presenta una gran actividad microbiana.

Con base a los resultados obtenidos podemos apreciar que los valores de las colonias de mesófilos aerobios en los suelos de las parcelas A1, A2 y C resultaron ser mayores que los hongos, esto se debe a que son microorganismos que participan de la nitrificación y amonificación, procesos que son muy importantes y necesarios para la biota del suelo. Esto concuerda con la investigación llevada a cabo por Saetre y Sartk (2005) en Estados Unidos donde también mostró

una mayor abundancia de UFC de bacterias que de hongos en suelos agrícolas de la zona del centro de Utah, con una mayor tasa de descomposición de la materia orgánica. De esta manera, podemos concluir que la actividad microbiana en los suelos de las parcelas analizadas cuenta con una biota microbiana óptima para el desarrollo de microorganismos lo cual se refleja en las condiciones físico-químicas que presentan los suelos en los análisis anteriores.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La calidad y salud de los suelos agroecológicos estudiados presentan una amplia ventaja a largo plazo, ya que genera mayores beneficios en cuanto a la producción de cultivos, sustentabilidad y calidad de vida de los agricultores, esto se debe al uso de prácticas agrícolas no intensivas como rotación de cultivos, diversidad de cultivos, cercas vivas, plantas fijadoras de nitrógeno, bioinsumos y abonos orgánicos los cuales aportan significativamente a mejorar las características del suelo para que este conserve su fertilidad durante muchos años.
- La mayor calidad del entorno ambiental se la encontró en el agroecosistema agroecológico debido a que los suelos se han fertilizado a través del tiempo con insumos producidos por un reciclaje biológico (bioinsumos) lo que ha favorecido al desarrollo óptimo del entorno natural.
- La calidad del entorno ambiental en el sistema de producción convencional se ve afectada por una fertilización con base en insumos sintéticos externos a la finca y agrotóxicos que repercute en la biología del suelo, la calidad del agua, del aire y la salud humana.
- La calidad de agua de riego de ambos modelos productivos presenta valores adecuados que cumplen con la norma en cada uno de los parámetros analizados, lo cual no representa ningún riesgo para los cultivos. En el único caso de la finca agroecológica A1, los valores de coliformes fecales excedieron la norma establecida. Esta anomalía

se la atribuye principalmente a la geografía por donde circula el agua a través del canal de riego, ya que esta parcela al estar cercano a la zona urbana de Ayora, se ve afectado por los desperdicios que son arrojados, así como también por las heces de bovinos que se encuentran dentro del área circundante, los cuales pudimos constatar que caen directamente al canal de riego, afectando su contenido de coliformes que supera los límites permisibles que establece en la norma.

- Para la producción agroecológica se obtuvo resultados que apuntan hacia la conservación de recursos naturales, incremento de materia orgánica, soberanía alimentaria, autoconsumo familiar, conservación de ambiente, mejoramiento de suelos e incremento de la agro biodiversidad.
- En tiempos de pandemia, la producción agroecológica permite alcanzar un autoabastecimiento de gran variedad de productos lográndose mantener mediante la sustentabilidad dentro de su propio núcleo familiar sin la necesidad de insumos externos, mientras que la producción convencional mediante la mercantilización de la agricultura, se ve afectado por la escasez de productos para auto sustentarse durante la pandemia
- Si bien la agricultura convencional presentó resultados similares a la agricultura agroecológica en el análisis de suelos, el modelo productivo no asegura una preservación adecuada de las características del suelo, debido a que tiende más a alcanzar mayores réditos económicos, mercantilizando la agricultura, erosionando y desertificando el suelo volviéndolo infértil. Este modelo de producción extractivista deteriora los agroecosistemas, cambiando la biología natural de los recursos y

repercutiendo negativamente en la salud humana.

- La exposición prolongada y excesiva a los agrotóxicos, parece repercutir negativamente en la salud de los agricultores convencionales, ya que la percepción de los trabajadores respecto a su salud es la siguiente: presentan síntomas como dolor muscular, irritación de las fosas nasales y dificultad para respirar. En las mujeres se presentó un cuadro de infertilidad y aborto espontáneo. En contraste con la agricultura agroecológica donde se pudo constatar que la percepción de salud de las productoras no mostraba ningún problema físico o mental. Se presentaron dolencias no relacionadas con el uso de agrotóxicos, sino que son propias de la edad o a su vez por las largas jornadas de trabajo que invierten en sus parcelas.
- La red de productoras agroecológicas BIOVIDA, apoyadas por ONGs, nacen con el propósito de rescatar la agroecología como ciencia y conocimiento local de los agricultores, con una perspectiva más amplia en lo social, cultural, económico y ambiental. El SPG es un sistema avala a esta red de productoras y las certifica como agricultoras agroecológicas.
- La producción agroecológica genera menor impacto ambiental, por la utilización de bioinsumos que son elaborados con la materia orgánica de las mismas parcelas. Estos bioinsumos devuelven los nutrientes al suelo, ayudan a controlar las plagas y enfermedades.
- La agricultura convencional tiene mayor ingreso económico pero los egresos que realiza para sacar a su producción es fuerte en relación a la agroecología, es por ello que se concluye que la situación socioeconómica de los agroecólogos es mejor ya que ellos

producen su propio alimento, cuidan su salud y la de su familia.

6.2 Recomendaciones

- Entubar los canales de agua de las diferentes fuentes para evitar que ingrese cualquier tipo de desecho, contaminante o agentes microbiológicos que alteren la calidad de agua para el riego hasta llegar a cada parcela.
- Realizar estudios de análisis de agua de riego semestralmente en los canales de riego para caracterizarlas en las estaciones de invierno y verano.
- Crear más publicidad de las bioferias para que la comunidad pueda conocer más sobre los productos agroecológicos y transformados que producen y los beneficios que tienen al consumir productos de calidad, libres de químicos, con tamaños y sabores reales. De esta forma contribuyen con la salud de los seres humanos y medio ambiente e incrementan su ingreso económico.
- Se recomienda establecer un sistema de riego optimizado para que se adecúe a las necesidades de los cultivos y no exista problemas de lixiviación de nutrientes.
- Realizar análisis de fertilidad de suelo cada año con la finalidad de obtener un panorama más amplio de la salud del suelo y poder actuar a tiempo en caso de que este se encuentre con deficiencias.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J., y Salvadori, J. (2017). “Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados”. 57.
- Aguilar, Barojas y Sarafí (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11 (1-2), 333-338. [Fecha de Consulta 1 de febrero de 2021]. ISSN: 1405-2091. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=487/48711206>
- Altieri, M y Nicholls, C., Alan Chalmers, P. F., Sanmartín, J., Chalmers, A. F., Introductoria, N., La, S., La, N. D. E., Agroecolog, L., y Guzm, S. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. In *Diario de campo* (Primera ed).
- Andrade, H. (agosto de 2019). *Evaluación del conocimiento de agricultura en los habitantes de la ciudad de Guayaquil para la creación de un programa televisivo informativo en Ecuavisa*. Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2374/1/Proyecto%20tesis%20indice.pdf>
- Ayers, R.S. y Westcot. 1987. *La calidad del agua y su uso en la agricultura*. Estudio FAO, Riego y Drenaje 29 Rev. 1. Trad. Al español por J.F. Alfaro de: *Water Quality and use agricultura*.
- Bárbaro, L. A., Karlanian, M. A., y Mata, D. A. (2005). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica en los sustratos para plantas. *Instituto de Floricultura CIRN*, 1–15.
- Beltrán, N., y Cuarán, F. (2015). *La agricultura familiar en la parroquia olmedo del cantón Cayambe - Ecuador 2014*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9221>
- Bertsch, F. (1987). *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos en Costa Rica*. 2° ed. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 78 p.
- Bolaños, S. (2018). **PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA Y CALIDAD DE VIDA DE LAS FAMILIAS DE LA RED BIOVIDA DEL CANTÓN CAYAMBE. ABRIL 2016-AGOSTO**

2016 (Vol. 7).

Borja, J y Valdivia, R. (2006). *Introducción a la agronomía*. Universidad Central del Ecuador.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5221/1/Introduccion%20a%20la%20agronomia.pdf>

Carreira, D. (2005). Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo.

Tecnologías en análisis de suelos. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.

Calvo García Sergio (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Universidad de

Salamanca Recuperado: [file:///C:/Users/danny/Downloads/Dialnet-](file:///C:/Users/danny/Downloads/Dialnet-BacteriasSimbioticasFijadorasDeNitrogeno-3761553.pdf)

[BacteriasSimbioticasFijadorasDeNitrogeno-3761553.pdf](file:///C:/Users/danny/Downloads/Dialnet-BacteriasSimbioticasFijadorasDeNitrogeno-3761553.pdf)

Calvo Vélez, P., Reymundo Meneses, L., y Zúñiga Dávila, D. (2008). ESTUDIO DE LAS

POBLACIONES MICROBIANAS DE LA RIZÓSFERA DEL CULTIVO DE PAPA

(*Solanum tuberosum*) EN ZONAS ALTOANDINAS. *Ecología Aplicada*, 7(1–2), 141.

<https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.369>

Calciati, E. (2009). Las enfermedades ganan con el cambio climático.

<http://www.daphnia.es/revista/49/articulo/910/Las-enfermedades-ganan-con-el-cambio-climatico>

Castro C. y Moreira D. (2016). Prácticas agroecológicas. En la producción de hortalizas y

vegetales. PROYECTO EUROCLIMA IICA

<https://euroclimaplus.org/edocman/sectores/alimentos/5.BVE17068930e.pdf>

Chen, J. (2020). *Rol del potasio en el cultivo de plantas*. [https://www.pthorticulture.com/es/centro-](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/)

[de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/](https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/)

Conant J y Fadem P. (2008). Guía comunitaria para la salud ambiental. California: Hesperian

COOPF.R, H. P. W. R. PADEN and M. M. PHILLIPPE. - Effects of applications of sodium

- in fertilizer on yields and composition of the cotton plant. *Soil Sci.* 76: 19-28. 1953
- Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria. (febrero de 2014).
- Disposiciones constitucionales.* República del Ecuador.
- <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/wpcontent/uploads/2014/12/Disposiciones%20Constitucionales.pdf>
- GONZÁLEZ, A.- Conferencias para el curso de suelos. Facultad de Agronomía. Palmira, Colombia. pp. 136-230.
- Daza, E., y Peña, D. (2014). La Agroecología en el Ecuador: Apuntes para su reflexión. OBSERVATORIO DEL CAMBIO RURAL, 1, 36.
- Daza, E., y Valverde, M. (2014). "Avances, experiencias y métodos de valoración de la agroecología" Estado del arte, mapeo de actores y análisis metodológico y de indicadores para la agroecología. Instituto de Estudios Ecuatorianos (IEE).
- Dietz, M. (2013). La Vía Campesina. *Die International Klimabewegung*, 347–349. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01970-9_25
- DIGESA (2009). "Parámetros organolépticos" DIGESTA AGUA http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- DORAN John W. and PARKIN, Timothy B. (1994). Denying and assessing soil quality. In: Doran, J.W., Coleman, D.C., Bezdicek, D.F. y Stewart, B.A., eds. Denying soil quality for a sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America. pp. 3-21.
- Durov, S.A. 1948. Natural waters and Graphic representation of their composition. *Dokl. Akad. Nauk SSSR.* 59: 87-90.
- Ecológica, M. para la transición. (2007). Partículas PM10. <http://www.prtr-es.es/Particulas->

PM10,15673,11,2007.html

Enrique, T., Sicard, L. (2009). Agroecología: Desafíos de una ciencia en construcción. *Agroecología*, 4(0), 7–17.

Espinoza, L., Slaton, N., Mozaffari, M. (2012). Agricultura y Recursos Naturales Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. *División of Agriculture Research and Extension*, 2.

Estrada-Herrera, I. R., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro-Garza, H., Etchevers-Barra, J. D. (2017). Soil quality indicators to evaluate soil fertility. *Agrociencia*, 51(8), 813–831.

Fundación TIERRA. (2019). *La agricultura familiar campesina*.

GADIP CAYAMBE. (2018). Ordenanza de regulación del uso del espacio público para la comercialización de productos sanos en ferias agroecológicas. Obtenido de Gobierno Autónomo Descentralizado Intercultural y Plurinacional del Municipio de Cayambe: http://municipiocayambe.gob.ec/images/ley_transparencia/Ordenanzas/2018/2.2018%20Ordenanza%20de%20Regulacion%20del%20uso%20del%20espacio%20publico%20para%20la%20comercializacion%20de%20productos%20agroecologicos..PDF

García Monteagudo, F. J. (2015). *Capacidad de intercambio catiónico y materia orgánica en el suelo*. *Cic*, 789.

Gliessman, Stephen R. (2014). *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. Third Edition.

Gómez, C., José, J., Muñoz, B., Rodríguez, H., Lourdes, M. De. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1), 39–50.

Gortaire, R. (2017). Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos. *Antropología Cuadernos de Investigación*, 12, 12–38.

- Heinisch, C. (2013). Soberanía alimentaria: un análisis del concepto. En Comercialización y soberanía alimentaria (págs. 11-37). Quito: SIPAE.
- HOROWITZ, A.J. and WALLING, D.E. (editors). Sediment Budgets. International Association of Hydrological Sciences IAHS Press. Publication No. 292, vol. 2, 2005, pp. 262-270.
- Houmani, Z. M. M., Majid, A. A., Radiman, S., y Ahmad, Z. (2012). Effects of physico-chemical soil properties on the adsorption and transport of ^{137}Cs in rengam and selangor soil series. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 16(2), 94–102.
- HANNA. (2018). *Instrumentación para la agricultura. Agua de Riego.Hidroponía.Suelo.*
- ICMSF, 2000. Microorganismos de los Alimentos 1 su significado y métodos de enumeración 2^o edición. Zaragoza (España): ACRIBIA, S.A. 20-21-22 p.
- Ingaramo, O., Ferreiro, P. A. Z., Avalos, M., y Vázquez, V. (2007). Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo General soil properties characterization in an experimental plot with different management systems. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*, 32(1), 127–137.
- INSHT. (1995). *NTP 466: Calidad del aire: determinación ambiental de formaldehído y medición de su contenido en tableros.*
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_466.pdf
- José Restrepo, Diego Angel, M. P. (2000). Agroecología En Desarrollo Rural (Vol. 34, Issue 2).
- Larkin, R. P. (2015). Soil Health Paradigms and Implications for Disease Management*. *Annual Review of Phytopathology*, 53(May), 199–221.
- La Vía Campesina. (2 de marzo del 2001). *La Vía Campesina: La voz de las campesinas y de los campesinos del mundo.* <https://viacampesina.org/es/la-via-campesina-la-voz-las-campesinas->

los-campesinos-del-mundo/

Lamz Piedra, Alexis, y González Cepero, María C. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31-42. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362013000400005&lng=es&ng=es.

López, M. (2013). Cantón Rumiñahui Proyecto: “Generación De Geoinformación Para La Gestión de Sistemas Productivos. 124.

Lechón, M. (2014). Determinación de la variabilidad en el grado de fertilidad de los suelos en cinco barrios de Tumbaco, Pichincha.

Linares, C., y Díaz, J. (2008). *Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud*. <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>

Lizano, R., Patricia, Y., Barriga, L., Carvajal, J., y Gómez, L. (2018). Relatos de Experiencias Eje temático elegido: Agroecología y Economía solidaria. *Los SPG En El Ecuador: Su Evolución y Desafíos En El Norte de Pichincha Nombres:5*.

López, A; Solís, P. 1992. Contenidos e interacciones de los nutrientes en tres zonas bananeras de Costa Rica. *CORBANA (C.R.)* 15(36):25-32.

Lopez, G., Zamora, A. (2016). *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación, innovación y desarrollo de la ESPAM-MFL*. 75. Escuela Superior Politécnica. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/270/1/TA54.pdf>

Ludwig, B., P.K. Khanna, B. Anurugusa, H. Folster. 2001. Assessment of cation and anion exchange and pH buffering in an Amazonian Ultisol. *Geoderma* 102:27-40.

MATURANA, M.; ACEVEDO, E. 2003. Cambios en la Fertilidad del Suelo Asociados a Cero

- Labranza. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. p. 75, Qué es el pH del agua y cuál es su importancia en el rendimiento de los cultivos. <https://maherelectronica.com/que-es-el-ph-del-agua/>
- Mera, J., y Vasquéz, D. (2017). *Determinación de la calidad de agua para riego en el sistema de conducción Santa Ana*.
- Metcalf and Eddy. (1995). Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1: Tratamiento, vertido y reutilización. (3ra ed.). Madrid: McGRAW-HILL.
- Morales Jaime. (2011). La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural. México. (LIBRUNAM: S589.7 A475)
- MORENO, J. M. D. y M. MORAL: Análisis y calidad del agua para el riego: Editorial Servicios de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia, España, 1996.
- M. Navazo, N. Durana, L. Alonso, J.A. García, J.L. Ilardia, M. C. G. y G. G. (2004). *CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES ATMOSFÉRICOS EN ÁREAS INDUSTRIALES, URBANAS Y RURALES DE LA C.A.V. 1995-2003*. 16–19. https://www.euskadi.eus/contenidos/evento/contaminacion_atmosferica/es_jornada/adjuntos/ponencia5.pdf
- Munera V., G. A., y Meza S., D. C. (2012). *El Fósforo Elemento Indispensable Para La Vida Vegetal*. 52. http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5248/el_fosforo_elemento.pdf
- Navarrete Segueda, A., Vela Correa, G., Lopez, J., y Rodriguez, M. D. L. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *ContactoS*, 80, 29–37.
- Ordoñez, G. (2000). Salud ambiental: conceptos y actividades. Informe Especial. Rev Panam Salud Pública Peruana, 137–147. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v7n3/1404.pdf>

- Organización Mundial de la Salud. (2018). Calidad de aire y salud. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- Ostia Geovani. (2011). *Caracterización De La Fauna Microbiologica Del Suelo En Sistemas De Producción Biointensiva, En Chiriquí, Panamá*. 51.
- Peinemann, N., Amiotti, N.M., Zalba, P., Villamil, M.B., 1998. Efecto de minerales de arcilla y materia orgánica sobre la CIC de limos. Proceedings of the XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, pp. 287–288
- Pino Andrade, M. (2017). Los Sistemas Participativos de Garantía en el Ecuador. Aproximaciones a su desarrollo. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 22, 120. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.22.2017.2679>
- Puñales, T.T., Aguilar, C. C. (2016). *La calidad del agua para el riego. Principales indicadores*.
- Ramirez Carvajal, R. (1997). Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. *Convenio FENALCE-SENA-SAC*, 13–23. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>
- Ramos Vázquez, E., y Zúñiga Dávila, D. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. *Ecología Aplicada*, 7, 123–130.
- REDUAS (2011). “Report from the First National Meeting of Physicians in the Crop–Sprayed Towns”. En: University Network for Environment and Health – Physicians of Crop–Sprayed Towns. Recuperado en: <http://www.organicconsumers.org/documents/INGLES-Report-from-the-1st-National-Meeting-Of-Physicians-InThe-Crop-Sprayed-Towns.pdf>
- R. G. Palmer y F. R. Troeh, *Introductory soil science. Laboratory manual*, 3ª ed., Oxford University Press, New York, 1995.
- Rengifo Cuéllar, H. (2008). *Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica (parte 1)*.

Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública, 25(4), 403–409.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2008.254.1305>

Ribamar de Farias Lima, José y Honório do Nascimento Filho, Antônio y Belarmino Alves, Carlos Antônio, y Teixeira do Nascimento, Viviany y da Silva Mourão, José, y Silva de Oliveira, Rodrigo y Farias Paiva de Lucena, Reinaldo (2015). Uso y manejo de cercas en una comunidad rural del semiárido de Paraíba, noreste de Brasil. *Interciencia*, 40 (9), 618-625. [Fecha de Consulta 1 de Febrero de 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33940998006>

Robles, P. (febrero del 2019). *Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica del rábano (*raphanus sativus*) en el cantón Cayambe*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17004/1/UPS-ST003994.pdf>

RODRÍGUEZ VÁZQUEZ, Horacio (2015). Suelos sanos para una vida sana. Enlace 24: 11-13

Rodríguez, O; Sánchez, A; Mendoza, B; Rodríguez, Z; Henríquez, M; Rodríguez, V; Guerra, E. (2011). Capacidad de Extracción de Cationes Mediante Acetato de Amonio, Acetato de Sodio y Cloruro de Amonio. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33917977010>

Rubio, A. M. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales. *I, I(1)*, 88.

Saetre, P. and Sartk, M. 2005. Microbial dynamics and carbon and nitrogen cycling following re-wetting of soils beneath two semi-arid plant species. *ecología*. 142:247-260.

SOSA, C. 2013. Manual de Laboratorio de Química Agrícola y Suelos: Manual para análisis físico y químico de suelos. Quito, EC. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 30 p

Sparks, D.L. (2003). *Environmental soil chemistry*. San Diego. Academic Press 352 p

- Satsumabayashi H., Kurita H., Chag Y.S., C. G. R. y U. H. (1995). *Photochemical formations of lower aldehydes and lower fatty acids under long-range transport in central Japan. Atmos.*
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0188-49992007000400002
- Toledo, M. (2016). *Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras.*
- Villagran D, Vilma (2012) Requerimientos climáticos. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Disponible en:
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38767.pdf>
- Villasanti, C., Román, P., y Pantoja, A. (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- WHO. (2005). *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update.* 31–54.
- Zamacona, A. (2008). Percepción, actitudes y prácticas agrícolas en el marco de la sustentabilidad, en productores de mango del ejido de Boca de Arroyo, municipio de Atoyac de Álvarez, Guerrero. Recuperado de: <http://ri.uagro.mx:8081/viewer/index.php?code=0634648900>
- Zúñiga, O. Osorio, J. Cuero, R. Peña, J. 2011. Evaluación de tecnologías para la recuperación de suelos degradados por salinidad. *Rev.Fac.Nac.Agron* 64 (1): 1-2

8. ANEXOS

Anexos A Modelo de encuesta de producción

ORGANIZACIONES: BIOVIDA - SEDAL - RESAC

PROGRAMAS: ANDINA ECOSALUDABLE - TEG3 (SOBERANÍA, EQUIDAD Y BIOSEGURIDAD DE ALIMENTOS)

PROYECTO:

Determinación de la calidad del entorno natural a través de un monitoreo ambiental comunitario de dos agroecosistemas presentes en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha FECHA: D[] M[] A[]

DATOS DEL PRODUCTOR (OPERADOR PRINCIPAL):

G1. Nombre del productor principal de la finca agroecológica:
Nombres.....

.....

Apellidos.....

...

G2. Edad: [] años G3. Sexo: 1 [] Mujer 2[] Hombre

G4. Cuánto tiempo trabajado en la finca: años

G5. Cuánto tiempo trabajando en productos agroecológicos: años

CONTEXTO, SISTEMA PRODUCTIVO, PRÁCTICAS Y CONDICIONES DE LA FINCA AGROECOLÓGICA

G.6 Relaciones productivo-ecológicas de la finca: Marque el caso de relación con fincas vecinas

1[] Finca en espacio (contexto) bio-seguro: no existen amenazas de vecinos contaminantes por ningún costado, ni a menos de 300 m de sus linderos.

2[] Finca en espacio (contexto) moderadamente contaminante: pequeño frente de contaminación en un costado y/o contaminación a distancia entre 50 y 300 m.

3[] Finca en espacio (contexto) extremadamente contaminante: vecinos contaminantes en varios costados y/o deriva a menos de 50 m.

4[] Preguntar una estimación de distancia a focos contaminantes aéreos con dirección y viento:

.....

G7. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL ESCENARIO EN LA FINCA AGROECOLÓGICA

	M ² totales de la FINCA AGROECOLÓGICA	M ² en producción de cultivo primario (productos agroecológicos)	M ² dedicadas a otras actividades agrícolas	M ² dedicadas a biodiversidad paisaje (e.g. bosque, pastos no cultivados)	M ² dedicadas a infraestructura
um a	a)	b)	c)	d)	e)

G8 Tiene diversidad de cultivos en su finca: 0[] Si 1[] No cuales

G9 ¿Usted aplica ahora en la finca alguna práctica agroecológica? 0[] Si 1[] No
 G10 Detalle práctica agroecológica de manejo integral de plagas y enfermedades –MIP-1:

.....

PERFIL ECONÓMICO

G11 ¿Cuáles son las fuentes de ingreso de ustedes? Marcar todas las que aplican, ponga "1" en la más importante, y así hasta la menos importante.

- *Veedora1[] *Producción agroecológica2[]
 *Ganado.....3[] *Cría de otros animales..... 4[]
 *Facilitadora5[] *Venta de su trabajo 6[]
 *Otra fuente.....7[] *Turismo agroecológico..... 8[]

Especifique:

G12. *Cuál es el monto aproximado de ingreso mensual total ahora..... [] USD

*Cuál es el monto aproximado de ingreso mensual total antes de la pandemia.... [] USD

G13. *Del ingreso obtenido de su finca agroecológica, cuál es el porcentaje que proviene de:

- | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|---|------------------------------------|------|---|
| *Producción de hortalizas | 1[] | % | *Producción tubérculos | 2[] | % |
| *Producción de granos | 3[] | % | *Ganadería o cría de animales | 4[] | % |
| *Venta de fuerza de trabajo |5[] | % | *Otras fuentes de ingreso.....6[] | | % |

G14 ¿En qué invierte el ingreso obtenido? (poner porcentaje):

- | | | | | | |
|--------|-----|---|---------------------|------|---|
| Educa | [] | % | Salud | [] | % |
| ción | | | | | |
| Vesti | [] | % | Alimentación | [] | % |
| menta | | | | | |
| Deuda | [] | % | Paquete tecnológico | [] | % |
| s | | | | | |
| Vivien | [] | % | Compra insumos | [] | % |
| da | | | | | |
| Transp | [] | % | Servicios Básicos | 0[] | % |
| orte | | | | | |
- Otro 11[]Especifique

G15 Su apreciación de la calidad del suelo de su finca agroecológica:

Alta[] Media[] Baja[]

G16 Pendiente predominante de su propiedad (escoger sólo una):

Plana [] Medianamente inclinada [] Muy inclinada []

G17usó químicos sintéticos para el control de plagas y fertilizantes: 0[] No 1[] Si

Nombre comercial	Compañía que los vende	Cultivo en que lo aplicó	Cantidad, concentración y unidad	Frecuencia de aplicación	Costo mensual aprox.	Costo mensual aprox.

G18 ¿Usted cree que su cultivo obtiene adecuada polinización? 0[sabe

No [Si 2[NO]

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

G19. Personal contratado. Llene la tabla siguiente con el número de: empleados permanentes a tiempo completo, a medio tiempo, y empleados ocasionales en periodos de producción y procesamiento.

Tipo de contrato	Núm. trabajadores	%
Tiempo completo permanente		
Tiempo parcial permanente		
Otras		
Total		

G20. ¿La producción de productos agroecológicos de su finca tiene alguna certificación?
0[]No 1[]Si ¹

¹ Encuesta tomada de la Universidad Andina Eco saludable y modificado por Molina J. & Ortiz D.

Anexos B Modelo de encuesta de salud

ORGANIZACIONES: BIOVIDA - SEDAL - RESAC

PROGRAMAS: ANDINA ECOSALUDABLE - TEG3 (SOBERANÍA, EQUIDAD Y BIOSEGURIDAD DE ALIMENTOS)

PROYECTO:

Determinación de la calidad del entorno natural a través de un monitoreo ambiental comunitario de dos agroecosistemas presentes en el cantón Cayambe, provincia de Pichincha

FECHA: D[] M[] A[]

DATOS DEL PRODUCTOR (OPERADOR PRINCIPAL):

S1. Nombre del productor principal de la finca agroecológica:
Nombres.....

.....

Apellidos.....

...

EL TRABAJO EN LA FINCA Y LA SALUD

Datos básicos del productor

Edad [] años completos B1.1.2 Sexo: Masculino 0[] Femenino 1[]

S2. Donde ha trabajado y vivido la mayor parte desde enero de 2020:

*En esta finca agroecológica 1[]

*En otra finca agroecológica de la misma organización 2[]

*En otra finca agroecológica de características distintas 3[]

*En otra finca agrícola pero no agroecológica 4[]

*En otra parte sin actividad agrícola 5[]

*Otra 6[]

Explique:

ESTADO GENERAL DE SALUD

S3. Cómo calificaría el estado general de su salud en los últimos tres meses:

Excelente 0[] Muy bueno 1[] Regular 2[] Pésimo 3[]

S4. Si su respuesta fue excelente o muy bueno díganos si este “sentirse bien” incluye:

*Presenta capacidad permanente de movimiento pleno en toda forma 1[] Si 0[] No

*Amanece descansado y siente mucha energía durante el día 1[] Si 0[] No

*Presenta alguna forma de dolor crónico o repetido en alguna parte de su cuerpo 1[] Si 0[] No

*Presenta temperatura acompañada de sensación de malestar 1[] Si 0[] No

S5. Si su respuesta fue excelente o muy bueno díganos si este sentirse bien incluye:

* Se siente estresado o angustiado a cada rato 1[] Si 0[] No

* Se siente triste o deprimido a cada rato 1[] Si 0[] No

* Se siente excesivamente distraído o ido 1[] Si 0[] No

* Siente que ha perdido la memoria en serio 1[] Si 0[] No

S6. Si la informante es mujer preguntar si:

*Salud física: Trastorno de la menstruación 1[] Si 0[] No Número de embarazos []

Número de hijos vivos [] Número de hijos muertos [] Número de abortos []

S7. Ha tenido usted:

Infertilidad [] Hijos/as con malformaciones congénitas [] Algún problema o dificultad en las relaciones sexuales []

S8. ¿Cáncer de algún tipo? ¿Cuál de los siguientes?: Leucemia 1[] Hígado 2[] Pulmón 3[] Piel 4[] p. Otro 5[]

5. Especifique.....

Morbilidad percibida asociada con toxicidad

S9. Morbilidad percibida: más asociada a toxicidad (últimos 7 días)

1. Ha dado en dolerle mucho la cabeza:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			r	ato	r
			epente		
2. Siente que suda incluso sin motivo:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			repente	rato	
3. Se siente débil y sin fuerzas:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			repente	rato	
4. Ha perdido habilidad en las manos:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			r	ato	r
			epente		
5. Se le irritan ojos, nariz o garganta:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			r	ato	r
			epente		
6. Siente que le falta la respiración:	<input type="checkbox"/>				
	o	N	e	odo el	T
			r	ato	r
			epente		

Condiciones laborales y salud

S10. ¿Continuamente experimenta dolor cuando se encuentra trabajando? 0[]No 1[]Si

S11. ¿Desde enero a sentido usted algún malestar o síntoma o ha constatado algún signo de trastorno como irritación de la piel o de los ojos que usted piense se relacionan con el trabajo? 0[]No 1[]Si

Experiencia laboral.

S12. ¿Qué tan satisfecho está de su trabajo?

*Satisfecho 0[] *Medianamente satisfecho 1[]

*Medianamente no satisfecho 2[] *Definitivamente no satisfecho 3[]

S13. ¿Está usted expuesto a químicos que otros aplican?

*Frecuentemente, varias veces por semana 3[] *Frecuentemente, varias veces por mes 2[]

*Muy poco, no más de 1 vez desde Enero 1[] *Ninguna vez desde enero 0[]

S14. ¿Usted provee o tiene acceso a equipo personal de protección en el trabajo? 0[]No
1[]Si

S15. Con qué frecuencia usa el equipo protector:

0[]Siempre 1[] Muchas veces 2[]Casi nunca 3[]Nunca

S16. ¿Usted ha recibido capacitación en uso de equipo protector? 0[]No 1[]Si

S17. En una escala del 0 al 6 diga usted si cuando usa equipo protector se siente protegido: 0 no protegido ----- 6 muy protegido: []

S18. ¿Cuántas veces ha usted directamente expuesto a químicos agrícolas sin equipo protector desde enero? 0[]Nunca directamente expuesto 1[]Rara vez directamente expuesto

2[]3 a 5 veces 3[] Más de 5 veces

S19. ¿Alguna vez usted se ha visto necesitado de buscar atención médica por un caso de intoxicación aguda? 0[]No 1[]Si

Anexos C Resultado de encuestas de producción agroecológica

Tabla 32

Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 1

Nombre	Edad	Sexo	Tiempo en la agroecología	Distancia de la parcela con fincas convencionales (m)	m² totales de la finca	m² de producción de cultivo primario	m² dedicados a otras actividades
Rosa Quishpe	59	Mujer	20	1000	20800	15000	900
María Ulcuango	62	Mujer	62	300	800	700	
María Gonzales	45	Mujer	10	300	10000	2000	3000
María Farinango	57	Mujer	9	1000	700		
Jorge Robalino	68	Hombre	68	400	40000	10000	
Carmen Cadena	51	Mujer	11	50	10050	5000	5000
María Hernandez	29	Mujer	10	500	500	350	100
Adelaila Chalango	45	Mujer	22	2000	20000	5000	
Rosalía Pillajo	48	Mujer	9	5000	10000	9600	
María Uncuango	63	Mujer	3	600	2000	1200	
Zoila Achiña	66	Mujer	25	500	3850	3000	
Olga Ushiña	56	Mujer	35	2000	2500	1500	550
Teresa Quishpe	61	Mujer	45	1000	4600	3600	500
Margarita Márquez	56	Mujer	30	300	1000	850	10
Alexandra Colluguilln	43	Mujer	25	600	800	660	

Nota: Tabulación de resultados de las encuestas de producción realizadas a 15 productoras agroecológicas de BIOVIDA *Fuente: La investigación*

Tabla 33*Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 2*

m² dedicadas a biodiversidad	m² infraestructura	Pertenecí a de la finca agroecológica	Ingreso mensual en pandemia (USD)	Ingreso mensual antes de la pandemia (USD)	Procedencia del agua de riego	Cal idad del suelo
4040	60	propia	550	700	pozo de agua	me dia
	100	propia	500	750	canal de agua	me dia
3000	700	propia	500	850	canal de agua	me dia
200	100	propia	580	650	canal de agua	me dia
30000	150	propia	290	570	canal de agua	me dia
	50	propia	730	850	canal de agua	alta
	50	propia	600	700	Agua de reservorio	alta
10000	50	propia	650	850	canal de agua	me dia

100	500	propia	300	1100	canal de agua	me dia
200	600	propia	800	900	canal de agua	me dia
	850	propia	300	600	canal de agua	me dia
	50	propia	305	530	agua de reservorio	me dia
350	50	propia	350	550	canal de agua	me dia
	50	propia	690	850	canal de agua	me dia
200	40	propia	760	950	canal de agua	me dia

Nota: Tabulación de resultados de las encuestas de producción realizadas a 15 productoras agroecológicas de BIOVIDA *Fuente: La investigación*

Tabla 34

Tabulación de encuesta de producción agroecológica parte 3

Pendiente del terreno	Prácticas agroecológicas	Manejo integral de plagas y enfermedades	Polinización en la parcela	Cultivos	Certificado de productos agroecológicos	Nutrientes que usa en el suelo
medianamente inclinada			si		no	
plana			si		si	
medianamente inclinada	diversidad de cultivos	macerado de ají	si		si	
medianamente inclinada	rotación de cultivos	macerado de tabaco	si	granos	no	compost
medianamente inclinada	cercas vivas	macerado	si	hortalizas	si	biol
medianamente inclinada	cobertura vegetal	cebolla	si	frutales	si	bocashi
plana	legumbres fijadoras de nitrógeno	caldo	si	tubérculos	si	abono
plana	microorganismos	sulfocalcico	si	plantas medicinales	si	compuesto
plana	compost	caldo bordeles	si		si	
medianamente inclinada	franjas o zonas de amortiguamiento	cal	si		si	
medianamente inclinada			si		si	
plana			si		si	

muy inclinada	si	si
medianamente inclinada	si	si
plana	si	si
medianamente inclinada	si	si
medianamente inclinada	si	si

Nota: Tabulación de resultados de las encuestas de producción realizadas a 15 productoras agroecológicas de BIOVIDA *Fuente: La investigación*

Anexos D Resultado de encuestas de producción convencional

Tabla 35

Tabulación de encuesta de producción convencional parte 1

Nombre	Edad	Sexo	Tiempo trabajando en finca convencional (años)	Tiempo trabajando en su propia finca convencional (años)	Tiempo en la agroecología (años)	m ² totales de la finca	Pertenencia de la finca	Cultivo
María Coba	35	Mujer	10	5	2	5200	Propia	frutilla
Luciano Vásquez	39	Hombre	25	10	3	3500	Propia	rábano cilantro cebolla

Nota: Tabulación de resultados de las encuestas de producción realizadas a 2 productores convencionales *Fuente:* La investigación

Tabla 36*Tabulación de encuesta de producción convencional parte 2*

N.	Ingreso mensual antes de la pandemia (USD)	Ingreso mensual en la pandemia (USD)	Calidad del suelo	Pendiente del terreno	Prácticas agroecológicas	Nutrientes que utiliza en el suelo
1	4000	2800	alta	medianamente plana	no	nitratos sulfatos gelatos
2	1500	1100	alta	plana	no	nitratos

Nota: Tabulación de resultados de las encuestas de producción realizadas a 2 productores convencionales *Fuente: La investigación*

Anexos E Mapas

Figura 38

Mapa parcela agroecológica 1

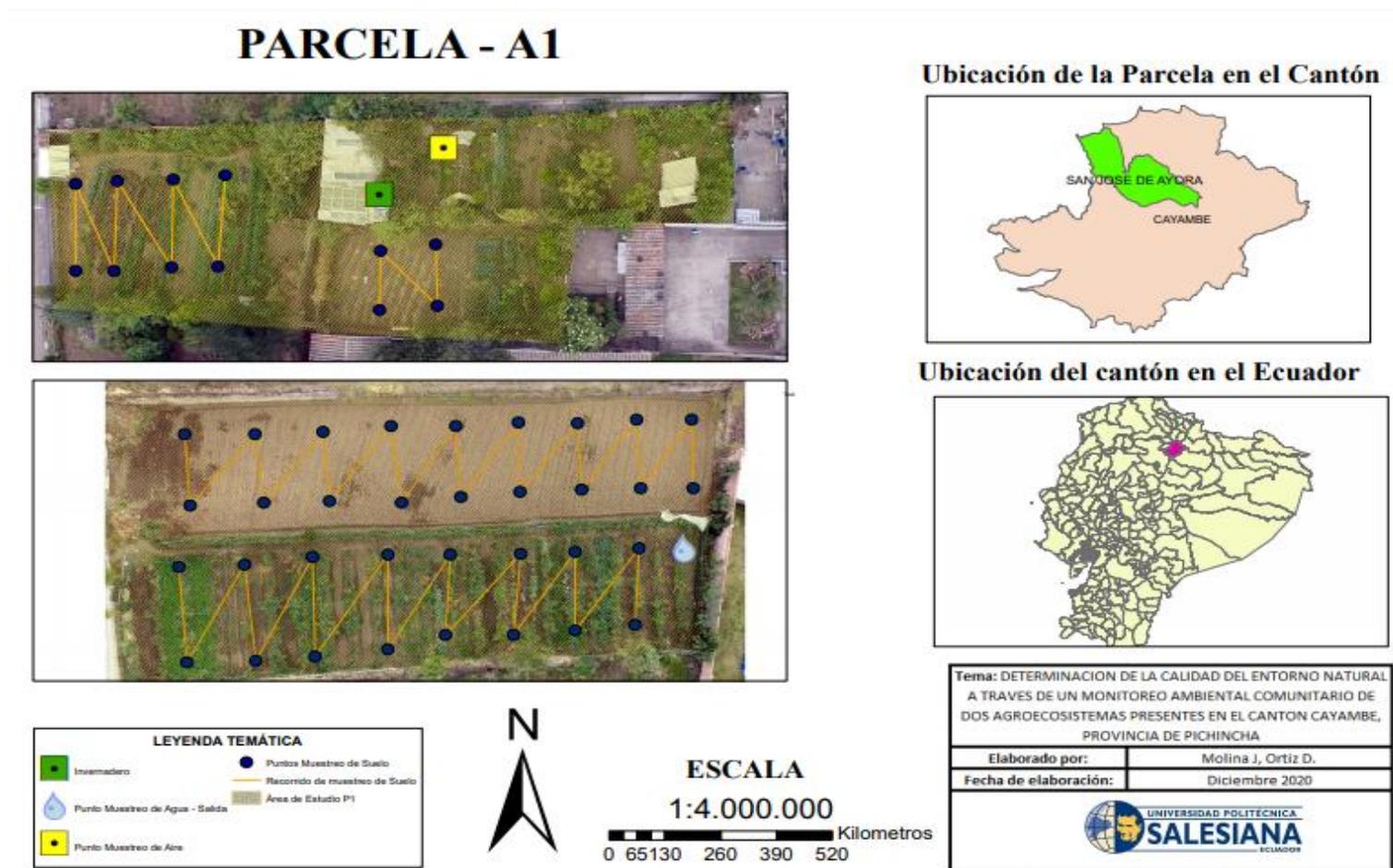
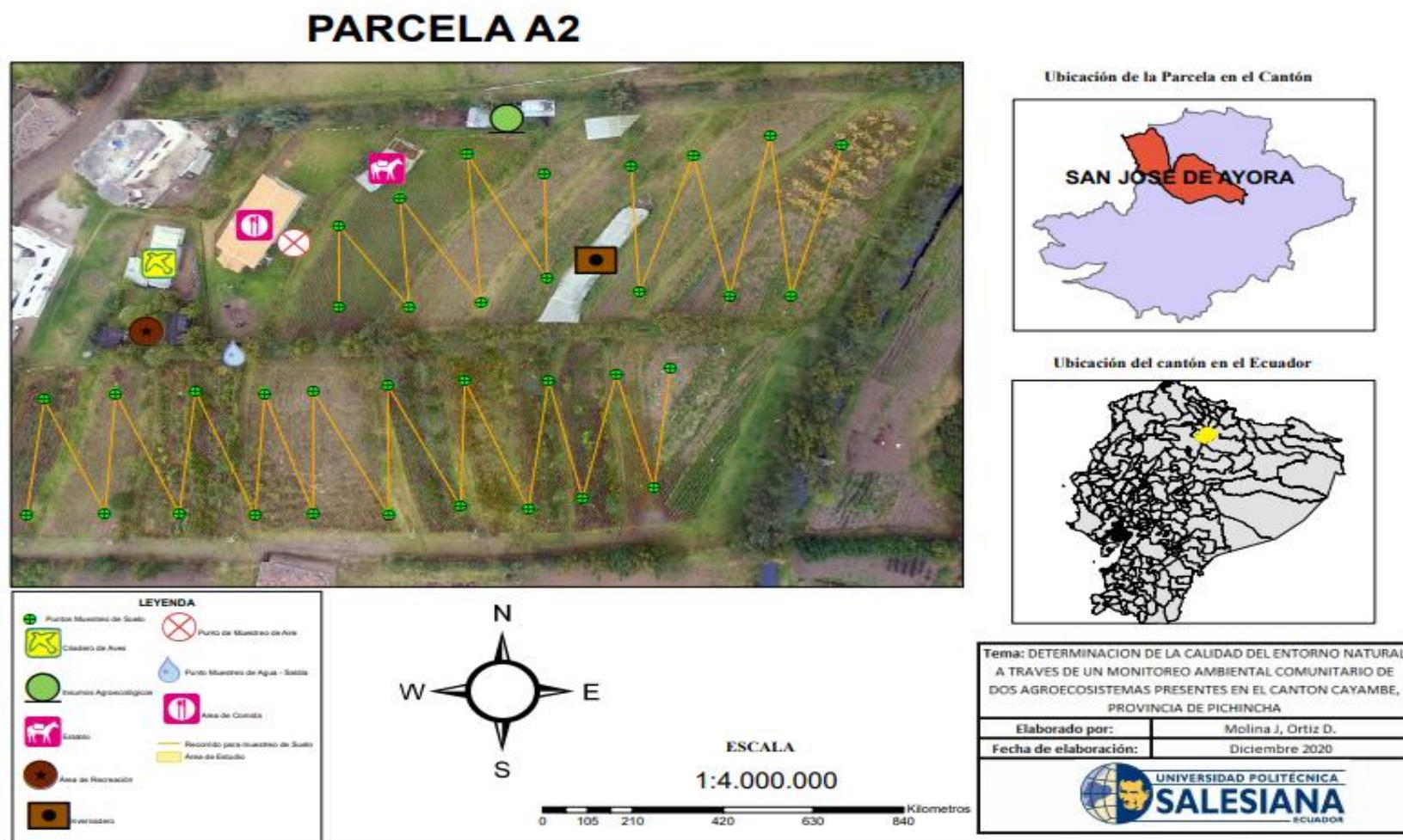


Figura 39

Mapa parcela agroecológica 2



Nota: Mapa de ubicación y fotografía de la parcela agroecológica 2. Fuente: La investigación

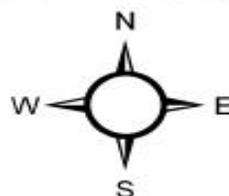
Figura 40

Mapa parcela convencional

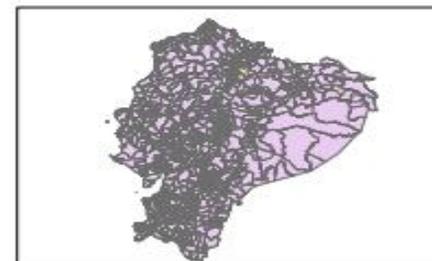
PUNTOS DE MUESTREO - FINCA CONVENCIONAL



LEYENDA	
	Punto Muestreo de Aire
	Muestreo de Agua - Salida
	Reservorio(Punto Muestreo de Agua - Entrada)
	Muestreo del Suelo
	Area de Estudio



Ubicación de la parroquia en el Ecuador



Ubicación de la Parcela Convencional en el Cantón



Tema: DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL ENTORNO NATURAL A TRAVES DE UN MONITOREO AMBIENTAL COMUNITARIO DE DOS AGROECOSISTEMAS PRESENTES EN EL CANTON CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA	
Elaborado por:	Molina J, Ortiz D.
Fecha de elaboración:	Diciembre 2020

Nota: Mapa de ubicación y fotografía de la parcela convencional. Fuente: La investigación

Anexos F Resultados muestreo de aire de parcela agroecológica 1

Tabla 37

Concentración de formaldehidos de la parcela agroecológica 1

FECHA/HORA	HCHO (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
19/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
20/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
21/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
22/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
23/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
24/10/2020	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
25/10/2020	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
PROMEDIO	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05						

Nota: Concentración de formaldehidos cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 1 *Fuente:* La investigación

Tabla 38*Concentración de compuestos volátiles en la parcela agroecológica 1*

FECHA/HORA	TVOC (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001	0,003	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002
19/10/2020	0,003	0,002	0,001	0,004	0,005	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003
20/10/2020	0,003	0,001	0,001	0,004	0,003	0,003	0,002	0,004	0,001	0,002	0,003	0,001
21/10/2020	0,002	0,001	0,001	0,005	0,001	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,002	0,002
22/10/2020	0,002	0,002	0,001	0,005	0,001	0,001	0,003	0,004	0,003	0,001	0,001	0,001
23/10/2020	0,001	0,002	0,001	0,002	0,005	0,001	0,002	0,004	0,004	0,001	0,002	0,002
24/10/2020	0,003	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003	0,004	0,001	0,004	0,002	0,001	0,003
25/10/2020	0,003	0,003	0,001	0,005	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002	0,003
PROMEDIO	0,003	0,002	0,001	0,004	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002

Nota: Concentración de compuestos volátiles cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 1 *Fuente:* La investigación

Tabla 39*Concentración de PM2.5 cada dos horas por una semana en la parcela agroecológica 1*

PM 2,5												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	1	1	5	6	5	1	2	3	2	4	5	1
19/10/2020	4	5	4	1	4	1	2	5	5	3	1	5
20/10/2020	1	5	4	5	7	3	5	4	5	4	2	4
21/10/2020	2	4	4	2	6	3	7	2	2	4	5	5
22/10/2020	1	4	3	4	2	1	1	2	6	4	2	4
23/10/2020	5	2	2	2	4	6	5	6	7	1	3	4
24/10/2020	5	5	1	2	7	6	6	7	4	1	3	3
25/10/2020	1	1	2	6	6	1	1	3	1	4	4	3
PROMEDIO	3	3	3	4	5	3	4	4	4	3	3	4

Nota: Concentración de PM2.5 cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 1 *Fuente:* La investigación

Tabla 40*Concentración de PM 10 en la parcela agroecológica 1*

PM10												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	3	3	1	1	4	3	4	3	2	5	3	1
19/10/2020	1	1	4	6	2	2	1	7	5	3	4	2
20/10/2020	5	4	5	2	4	4	1	6	4	3	1	2
21/10/2020	2	3	3	1	3	7	4	6	2	3	3	1
22/10/2020	4	4	2	7	2	5	2	5	1	3	5	5
23/10/2020	4	5	2	4	4	3	5	7	7	4	4	1
24/10/2020	3	3	3	3	6	1	5	1	4	1	1	4
25/10/2020	2	1	1	7	4	1	7	4	4	5	5	3
PROMEDIO	3	3	3	4	4	3	4	5	4	3	3	2

Nota: Concentración de PM10 cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 1 *Fuente:* La investigación

Anexos G Resultados muestreo de aire en parcela agroecológica 2

Tabla 41

Concentración de formaldehidos en la parcela agroecológica 2

FECHA/HORA	HCHO (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,054	0,056	0,06	0,058	0,06	0,057	0,058	0,055	0,059	0,055	0,052	0,056
19/10/2020	0,055	0,055	0,05	0,055	0,06	0,055	0,055	0,056	0,055	0,055	0,053	0,054
20/10/2020	0,052	0,054	0,06	0,057	0,06	0,057	0,056	0,057	0,057	0,053	0,054	0,054
21/10/2020	0,056	0,053	0,05	0,056	0,06	0,056	0,057	0,055	0,058	0,054	0,056	0,055
22/10/2020	0,052	0,054	0,05	0,059	0,06	0,057	0,055	0,059	0,059	0,056	0,053	0,054
23/10/2020	0,054	0,054	0,05	0,057	0,06	0,057	0,057	0,056	0,056	0,053	0,053	0,054
24/10/2020	0,054	0,055	0,05	0,058	0,06	0,056	0,056	0,055	0,055	0,053	0,053	0,054
25/10/2020	0,053	0,053	0,05	0,059	0,06	0,056	0,057	0,059	0,056	0,055	0,055	0,053
PROMEDIO	0,054	0,054	0,05	0,057	0,06	0,056	0,056	0,057	0,057	0,054	0,054	0,054

Nota: Concentración de formaldehidos cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 2 *Fuente:* La investigación

Tabla 42*Concentración de compuestos volátiles en la parcelas agroecología 2*

FECHA/HORA	TVOC (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,002	0,001	0	0,003	0,01	0,003	0,006	0,003	0,001	0,001	0,001	0,002
19/10/2020	0,001	0,001	0	0,001	0,01	0,004	0,002	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001
20/10/2020	0,002	0,003	0	0,004	0	0,006	0,006	0,002	0,001	0,003	0,001	0,002
21/10/2020	0,001	0,001	0	0,004	0,01	0,005	0,003	0,004	0,003	0,001	0,003	0,001
22/10/2020	0,002	0,001	0	0,005	0	0,002	0,006	0,004	0,001	0,003	0,002	0,002
23/10/2020	0,002	0,001	0	0,002	0	0,006	0,006	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001
24/10/2020	0,001	0,001	0	0,003	0	0,006	0,006	0,003	0,004	0,002	0,001	0,003
25/10/2020	0,003	0,003	0	0,006	0	0,004	0,001	0,002	0,004	0,002	0,001	0,001
PROMEDIO	0,002	0,002	0	0,004	0	0,005	0,005	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002

Nota: Concentración de compuestos volátiles cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 2 *Fuente:* La investigación

Tabla 43*Concentración de PM 2.5 en la parcela agroecológica 2*

PM 2,5												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	2	3	2	4	2	4	6	3	6	4	4	1
19/10/2020	1	3	1	4	2	3	5	6	7	4	2	4
20/10/2020	2	2	3	6	4	1	6	4	2	2	1	1
21/10/2020	5	4	5	5	2	3	1	4	1	5	4	2
22/10/2020	1	1	5	2	6	6	6	1	7	5	5	5
23/10/2020	2	3	1	1	5	7	5	1	4	3	2	4
24/10/2020	4	3	2	2	7	5	5	7	3	2	4	3
25/10/2020	5	4	2	1	3	1	5	5	7	4	5	1
PROMEDIO	3	3	3	3	4	4	5	4	5	4	3	3

Nota: Concentración de PM2.5 cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 2 *Fuente:* La investigación

Tabla 44*Concentración de PM 10 en la parcela agroecológica 2*

PM10												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	3	4	1	2	2	3	4	1	5	4	2	1
19/10/2020	1	3	5	1	3	4	1	4	5	5	3	5
20/10/2020	3	1	2	7	7	5	4	1	2	5	4	2
21/10/2020	1	4	2	7	5	5	5	5	7	4	4	3
22/10/2020	5	1	2	6	3	7	3	7	7	4	1	4
23/10/2020	1	4	1	2	3	5	6	4	2	1	4	2
24/10/2020	1	2	5	1	5	2	7	7	4	1	1	5
25/10/2020	2	4	2	5	1	4	7	7	1	3	3	5
PROMEDIO	2	3	3	4	4	4	5	5	4	3	3	3

Nota: Concentración de PM 10 cada dos horas por una semana en la parcela agroecología 2 *Fuente:* La investigación

Anexos H Resultado del muestreo de aire de la parcela convencional

Tabla 45

Concentración de formaldehidos en la parcela convencional

FECHA/HORA	HCHO (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,085	0,09	0,087	0,095	0,081	0,089	0,095	0,087	0,077	0,086	0,091	0,078
19/10/2020	0,081	0,08	0,079	0,079	0,078	0,085	0,092	0,085	0,08	0,09	0,086	0,087
20/10/2020	0,08	0,09	0,088	0,084	0,088	0,091	0,092	0,081	0,077	0,087	0,079	0,082
21/10/2020	0,082	0,08	0,087	0,084	0,094	0,093	0,083	0,083	0,078	0,087	0,093	0,093
22/10/2020	0,083	0,08	0,09	0,091	0,084	0,093	0,085	0,086	0,08	0,077	0,081	0,085
23/10/2020	0,079	0,09	0,081	0,077	0,08	0,081	0,08	0,086	0,084	0,088	0,083	0,093
24/10/2020	0,086	0,08	0,087	0,09	0,088	0,094	0,082	0,088	0,089	0,08	0,082	0,093
25/10/2020	0,087	0,08	0,083	0,081	0,082	0,09	0,077	0,086	0,086	0,087	0,089	0,091
PROMEDIO	0,083	0,08	0,085	0,085	0,084	0,09	0,086	0,085	0,081	0,085	0,086	0,088

Nota: Concentración de formaldehidos cada dos horas por una semana en la parcela convencional *Fuente:* La investigación

Tabla 46*Concentración de compuestos volátiles den la parcela convencional*

FECHA/HORA	TVOC (mg/m ³)											
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	0,005	0	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,005
19/10/2020	0,002	0	0,004	0,006	0,002	0,005	0,003	0,005	0,004	0,003	0,004	0,005
20/10/2020	0,003	0	0,005	0,002	0,003	0,004	0,006	0,006	0,003	0,005	0,004	0,002
21/10/2020	0,002	0	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004	0,003	0,001	0,005	0,003	0,005
22/10/2020	0,005	0,01	0,003	0,006	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	0,002	0,004	0,005
23/10/2020	0,004	0	0,004	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,002	0,005	0,003	0,004
24/10/2020	0,002	0	0,004	0,005	0,005	0,006	0,004	0,006	0,002	0,004	0,005	0,002
25/10/2020	0,002	0	0,004	0,002	0,003	0,004	0,004	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004
PROMEDIO	0,003	0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004

Nota: Concentración de compuestos volátiles cada dos horas por una semana en la parcela convencional *Fuente:* La investigación

Tabla 47*Concentración de PM 2.5 en la parcela convencional*

PM 2,5												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	9	4	9	4	5	9	9	7	7	5	6	7
19/10/2020	8	7	7	4	9	4	8	6	6	4	4	9
20/10/2020	9	4	5	4	4	6	9	6	5	9	4	9
21/10/2020	7	5	5	5	4	8	5	4	4	7	6	7
22/10/2020	4	5	4	4	6	8	9	5	8	8	6	9
23/10/2020	8	7	7	4	8	4	6	8	4	4	8	7
24/10/2020	9	4	8	9	6	8	8	4	9	8	9	9
25/10/2020	8	9	7	9	8	5	8	6	4	5	4	4
PROMEDIO	8	6	7	5	6	7	8	6	6	6	6	8

Nota: Concentración de PM 2.5 cada dos horas por una semana en la parcela convencional *Fuente:* La investigación

Tabla 48*Concentración de PM 10 cada dos horas por una semana en la parcela convencional*

PM10												
FECHA/HORA	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
18/10/2020	7	7	8	5	8	5	5	8	8	8	7	8
19/10/2020	6	9	8	5	9	8	4	6	7	7	7	6
20/10/2020	8	7	8	8	8	4	6	8	9	4	5	6
21/10/2020	6	8	8	9	5	9	8	8	7	5	9	6
22/10/2020	6	9	4	6	9	5	7	5	5	5	7	8
23/10/2020	9	5	8	5	5	8	6	5	9	5	9	8
24/10/2020	7	5	7	8	4	4	5	7	8	8	4	7
25/10/2020	5	8	8	8	5	7	8	7	7	8	4	9
PROMEDIO	7	7	7	7	7	6	6	7	8	6	7	7

Nota: Concentración de PM 10 cada dos horas por una semana en la parcela convencional *Fuente:* La investigación

Anexos I Resultados de análisis de las muestras de agua de la fuente

Tabla 49

Resultados de análisis de agua de la fuente de agua parte 1

MUESTRA	pH	EC mmhos/cm	TD S ppm	OD mg/L	Turbidez NTU	OR P mV	NO3 mg/L	PO4 mg/L	CO3 meq/L	HCO 3 meq/L	SO4 meq/L	CL meq/L	K mg/L
A1E	8,04	0,174	90	6,18	3,51	239	0,77	0,56	<1,00	1,72	<5,00	0,29	5
A2E	7,73	0,93	46	6,57	3,89	244	0,36	<0,05	<1,00	0,82	<5,00	0,33	2
CE	8,4	0,169	85	7,33	1,78	269	0,49	<0,05	<1,00	0,79	<5,00	0,25	0,08
Límites permisibles	6,5 - 8,4	0,7 - 3	300 0	< 6	<100		<5	0-2	0-0,1	<1,5	0-20	<4	0-2

Nota: Resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos de las diferentes muestras de la fuente de agua en las 3 parcelas. *Fuente: La investigación*

Tabla 50*Resultados de análisis de agua de la fuente de agua parte 2*

MUESTRA	Ca	Mg	Na	DBO	DQO	Coliformes totales	Coliformes fecales	RAS	CaCO₃
	meq/L	meq/L	meq/L	mg/L	mg/L	nmp/100mL	nmp/100mL	meq/L	meq/L
A1E	0,13	0,26	0,46	<5,00	<15,00	840	80	1,23	5,63
A2E	0,08	0,07	0,16	<5,00	<15,00	60	<1	0,87	2,22
CE	0,09	0,19	0,25	<5,00	<15,00	1,1x10 ⁴	1,3x10 ³	0,94	3,31
Límites permisibles	0-20	0-5	0-40	100	250	<1000	<500	0-15	0-10

Nota: Resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos de las diferentes muestras de la fuente de agua en las 3 parcelas. *Fuente:* *La investigación*

Anexos J Resultados de análisis de las muestras de agua de riego

Tabla 51

Resultados de análisis del agua de las parcelas parte 1

MUESTRA	pH	EC mmhos/cm	TD S ppm	OD mg/L	Turbidez NTU	OR P mV	NO3 mg/L	PO4 mg/L	CO3 meq/L	HCO3 meq/L	SO4 meq/L	CL meq/L	K mg/L
A1S	7,05	0,167	82	5,2	1,14	314	0,62	0,69	<1,00	1,56	<5,00	0,23	3
A2S	7,45	0,83	42	6,6	3,78	293	0,46	0,07	<1,00	0,84	<5,00	0,31	2
CS	7,45	0,89	44	6,5	3,34	295	1,44	4,14	<1,00	1,65	<5,00	0,88	0,74
Límites permisibles	6,5 - 8,4	0,7 - 3	300 0	< 6	<100		<5	0-2	0-0,1	<1,5	0-20	<4	0-2

Nota: Resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos de las diferentes muestras de agua de riego en las 3 parcelas. *Fuente: La investigación*

Tabla 52

Resultados de análisis del agua de las parcelas parte 2

MUESTRA	Ca meq/L	Mg meq/L	Na meq/L	DBO mg/L	DQO mg/L	Coliformes totales nmp/100mL	Coliformes fecales nmp/100mL	RAS meq/L	CaCO ₃ meq/L
A1S	0,12	0,2	0,35	<5,00	<15,00	4x10 ⁴	1,6x10 ⁴	1,47	4,52
A2S	0,08	0,07	0,17	<5,00	<15,00	870	<1	0,82	2,44
CS	0,22	0,28	1,28	<5,00	<15,00	4100	90	14,84	0,58
Límites permisibles	0-20	0-5	0-40	100	250	<1000	<500	0-15	0-10

Nota: Resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos de las diferentes muestras de agua de riego en las 3 parcelas. *Fuente: La investigación*

Anexos K Resultados análisis de suelo

Tabla 53

Resultados de análisis de las tres muestras de suelos

PARÁMETRO	pH	C.E.	M.O.	NON-3	P	K	Ca	Mg	Na	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn
UNIDAD	uds	mS/cm	%	mg/L	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
A1	7,14	0,38	3,42	24	69,5	0,46	4,6	1,91	0,08	6,46	0,12	316,5	11,26	11,14	22,85
A2	6,52	0,29	3,56	16,26	9,57	1	6	2,95	0,15	7,26	0,13	318	10,11	10,72	14,47
C	6,46	0,16	3,35	4,93	23,97	0,79	8,1	3,05	0,12	8,06	0,15	441,5	9,73	13,81	16,94
Límites permisibles	5 - 7,5	500-1000	2 - 6	25	20-50	0,5 - 0,8	6 - 15	3 - 6		20-50	0,5-1	10-50	10-50	1-20	3-10

PARÁMETRO	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	C.I.C.	porosidad	humedad	mohos y levaduras	mesófilos aerobios	TEXTURA
UNIDAD	relación	relación	relación	relación	meq/100g	%	%	ufc/mL	ufc/mL	
A1	28	2,41	4,15	19,11	7,05	59,03	25,42	1,0x10 ⁵	3,5x10 ⁶	franco arenoso
A2	31	2,03	2,96	17,74	10,1	63,59	22,74	1,1x10 ⁵	2,5x10 ⁶	franco arenoso
C	45	2,65	3,85	31,17	12,07	50,97	21,15	8,2x10 ⁴	1,0x10 ⁶	franco
Límites permisibles		2-5	2,5-15	10-40						

Anexos L Resultados análisis de agua del laboratorio agua y suelo de la Universidad Politécnica Salesiana-Cayambe – Agua

Figura 41

Informe de resultados del agua de riego de la parcela A1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Ecuador

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



SALESIANO DON BOSCO
Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Magister Roser Lizaso
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: octubre 26, 2020
Características de la Muestra: riego agua

Teléfono: (+593) 396 2800
E-mail: rliaso@ups.edu.ec
N° de Informe: 20-421
Fecha Emisión: noviembre 19, 2020
Fecha de Análisis: octubre 26 - noviembre 5, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	PARCELA SRS, SOELA-3842	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio Parámetros		LSAC0302	
Nitroto	mg/L (NO ₃)	0,02	SM 4500-NO ₃ -C
Fosfato	mg/L (PO ₄)	0,08	SM 4500-P-2
Carbono	mg/L (CO ₂)	+1,02	SM 5210-010
Fósforo	mg/L (PO ₃)	26,28	SM 5210-0830
Sulfato	mg/L (SO ₄)	+0,00	SM 4500-SO ₄ -F
Cloruro	mg/L (Cl)	8,28	SM 4500-Cl-2
Potasio	mg/L (K)	2,00	SM 5111-0
Sodio	mg/L (Na)	4,00	SM 5111-0
Magnesio	mg/L (Mg)	6,74	SM 5111-0
Calcio	mg/L (Ca)	7,28	SM 5111-0
Dureza (Equivalente de Calcio)	mg/L (CaEq)	+5,28	SM 5111-0
Dureza (Equivalente de Magnesio)	mg/L (MgEq)	+15,00	SM 5220-0
Conductividad Total	µmhos/cm	40 ± 10 ²	SM 4500-0
Conductividad Sólida	µmhos/cm	16 ± 10 ²	SM 4500-0

DATOS ADICIONALES:
 C: pH estándar; mg/L: miligramos por litro; mgp/100ml: miligramos por 100 mililitros de volumen de muestra.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 2002. AMERICAN WATERWORKS ASSOCIATION, "APHA".
 EPA: Environmental Protection Agency, 14th Edition.

Observaciones:
 Los resultados corresponden únicamente a las muestras correspondientes por el cliente.



Ing. Ana Estelinda Calderín
Técnica de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre, Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: agua@ups.edu.ec / biogroslab@ups.edu.ec

Figura 42

Informe de resultados de la fuente de agua de la parcela A1



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
COLOMBIA



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
Pag. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Magister Diana Lizano

Cantidad de muestras: 1
Fecha de muestreo: octubre 25, 2020
Características de la Muestra: agua

Teléfono: (+591) 394 2946
Email: info@lba.usa.edu.ec

N° de Informe: 21417
Fecha Emisión: noviembre 15, 2020
Fecha de Análisis: octubre 26 - noviembre 5, 2020

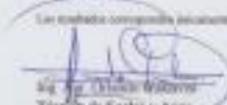
INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Cuenta	Unidad	RÍO SAN JOSÉ	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio Parámetros		LBA20188	
Oxígeno	mg/L O ₂ (l)	8.77	SM 4500-O ₂ -F
Fosforo	mg/L P _{TOT}	0.28	SM 4500-P-T
Carbono	mg/L C _{TOT}	+ 1.20	SM 5210-C _{TOT}
Nitrógeno	mg/L N _{TOT}	0.474	SM 5210-N _{TOT}
Sulfuro	mg/L S _{TOT}	+ 0.28	SM 4500-S _{TOT}
Cloruro	mg/L Cl ₋	0.46	SM 4500-Cl ₋
Piruvato	mg/L P ₂	0.00	SM 5110-P
Cálcio	mg/L Ca	0.24	SM 5110-Ca
Magnesio	mg/L Mg	0.20	SM 5110-Mg
Sodio	mg/L Na	0.40	SM 5110-Na
Demanda Oxidativa de Oxígeno	mg/L O ₂ (l)	+ 0.28	SM 5210-D
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂ (l)	+ 10.28	SM 5210-Q
Conductividad Total	cmg/100ml	390	SM 8110-CT
Conductividad Specifica	cmg/100ml	80	SM 8110-SC

DATOS ADICIONALES:
 1) pH variable; mg/L... (text partially obscured)

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22^a Edición, 2012 - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, "APHA".
 EPA: Environmental Protection Agency, 18^a Edición.

Observaciones:
 Los resultados corresponden únicamente a las (s) muestra(s) entregada(s) por el CLIENTE.


Diana Lizano
 Técnico de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Coyabamba, Av. Natalia Jamin N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (0) 3942946 / 3942800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: coyabamba@lba.usa.edu.ec / info@lba.usa.edu.ec

Figura 44

Informe de resultados de agua de la fuente de agua de la parcela A2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA



MUESTROS RESULTADOS
Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Mg. María Rocío Lasso
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: octubre 26, 2020
Característica de la Muestra: muestra agua

Teléfono: (+593) 396 2900
E-mail: cliente@ups.edu.ec
Nº de Informe: 30 418
Fecha Emisión: noviembre 19, 2020
Fecha de Análisis: octubre 26 - noviembre 5, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	RANGUO CAYAMBE + 30%	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio-Parámetro	LSA20 589		
Sólidos	mg/L (100)	0.30	SM 4500-2010.1
Pendientes	mg/L (100)	+ 0.00	SM 4500-2.1
Carbonatos	mg/L (100)	+ 1.00	SM 2320-4.103
Bicarbonatos	mg/L (1000)	31.86	SM 2320-40.101
Sulfatos	mg/L (100)	+ 0.00	SM 4500-304.1
Cloruros	mg/L (10)	11.71	SM 4500-45.0
Fosfatos	mg/L (10)	0.00	SM 5111.01
Calcio	mg/L (10)	0.01	SM 5111.01
Magnesio	mg/L (10)	1.89	SM 5111.01
Sodio	mg/L (10)	0.57	SM 5111.01
Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L (1000)	+ 0.00	SM 5210.10
Demanda Química de Oxígeno	mg/L (1000)	+ 0.00	SM 5210.10
Calcio total	mg/L (100)	40	SM 5210.10
Calcio total	mg/L (100)	+ 1	SM 5210.10

DATOS ADICIONALES:
 1) pH: estándar; mg/L: miligramos por litro; mg/l (100): muestra más probable de valores de concentración de parámetro.

SW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20 Edition, 2011) -AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, "APHA".
 EPA: Environmental Protection Agency, 19 Edition.

Observaciones:
 Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el CLIENTE.



Mg. Ana Luján Calvillo
Técnica de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jamín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfono: 593 (2) 3962946 / 3962900 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: aguavalis@ups.edu.ec / biogelab@ups.edu.ec

Figura 45

Informe de resultados de agua de riego de la parcela C



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR



SALESIANOS DON BOSCO
Pág. 1 de 1

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Magister Román Lizaso
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020
Característica de la Muestra: agua de riego

Teléfono: (+593) 296 2800
E-mail: director@ups.edu.ec
N° de Informe: 23-473
Fecha Emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de Análisis: nov 23 - dic 10, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	CONVENCIONAL PARCELA AGUA	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio Parámetros		ISA20146	
Nitro	mg/L (NO3)	1,44	SM 4500-NO3-E
Fosforo	mg/L (PO4)	4,14	SM 4500-P-E
Calcio	mg/L (Ca)	< 1,00	SM 2120-Ca
Sulfato	mg/L (SO4)	30,08	SM 2120-SO4
Sodio	mg/L (Na)	< 1,00	SM 4500-Na-E
Cloruro	mg/L (Cl)	31,20	SM 4500-Cl-D
Peso	mg/L (E)	20,00	SM 1011-B
Céle	mg/L (Ca)	8,00	SM 1011-B
Magnesio	mg/L (Mg)	6,00	SM 1011-B
Sodio	mg/L (Na)	20,40	SM 1011-B
Demanda Química de Oxígeno	mg/L (DQO)	< 1,00	SM 5110-B
Demanda Química de Oxígeno	mg/L (DQO)	< 0,00	SM 5210-D
Condutividad Total	mcg/100ml	400	SM 9210-D
Condutividad Sólida	mcg/100ml	80	SM 9210-D

DATOS ADICIONALES:
 () pH unidades, mg/L, miligramos por litro, mcg/100ml, microgramos por 100 mililitros de volumen original de muestra.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22^a edición, 2012 - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION "APHA"
 EPA: Environmental Protection Agency, 18^a edición.

Observaciones:
 SM: miligramos por litro (miligramos a 100 mililitros) (multiplicar) por el 1/100000.



Ing. Agr. Amanda Chelverri
Técnica de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Janín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 12 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: agua@visi@ups.edu.ec / biogrofolab@ups.edu.ec

Figura 46

Informe de resultados de la fuente de agua de la parcela C



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR



SALESIANA
ECUATORIANA

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Ciudad: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N.24-22 y Wilson
Contacto: Mg. Oscar Barona Lizaso

Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020
Característica de la Muestra: agua de agua

Teléfono: (+593) 396 2900
E-mail: info@ups.edu.ec

N° de Informe: 20-474
Fecha Emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de Análisis: nov. 27 - dic. 03, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	CONVENCIONAL RESERVORIO	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio Parámetros		L5420/647	
Nitrato	mg/L (NO ₃)	0,89	SM 4500-NO ₃ -C
Nitrato	mg/L (NO ₃)	+ 0,00	SM 4500-NO ₃ -D
Carbonato	mg/L (CO ₃)	+ 1,00	SM 2229-CO ₃
Bicarbonato	mg/L (HCO ₃)	40,88	SM 2229-BI
Sulfato	mg/L (SO ₄)	+ 0,00	SM 4500-SO ₄ -E
Cloruro	mg/L (Cl)	0,88	SM 4500-CL-B
Fósforo	mg/L (P)	0,00	SM 3111-B
Cálcio	mg/L (Ca)	3,73	SM 3111-B
Magnesio	mg/L (Mg)	4,87	SM 3111-B
Sodio	mg/L (Na)	0,77	SM 3111-B
Demanda Orgánica de Oxígeno	mg/L (DQO)	+ 0,00	SM 5210-B
Demanda Química de Oxígeno	mg/L (DQO)	+ 50,00	SM 5210-D
Conductividad Total	µmS/cm (µS/cm)	1,1 x 10 ⁴	SM 9190-B
Conductividad Residual	µmS/cm (µS/cm)	1,2 x 10 ⁴	SM 9190-B

DATOS ADICIONALES:
 1) pH medido: mg/L miligramos por litro, mg/L (NaCl) muestra con potencial de corrosión en los aceros de carbono.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22^a Edición, 2012 (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, "AWWA")
 EPA: Environmental Protection Agency, 18^a Edición.

Observaciones:
 Los resultados corresponden únicamente a las muestras o categorías por el USUARIO.



Mg. Oscar Barona Lizaso
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayamba, Av. Natalia Jamín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3952946 / 3952800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: ogualavisi@ups.edu.ec / bioqrolab@ups.edu.ec

Anexos M Resultados análisis de las muestras de suelo del laboratorio agua y suelo de la Universidad Politécnica Salesiana-Cayambe - suelo

Figura 47

Informe de análisis químico del suelo de la parcela A1




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson

Contacto: Mgíster. Ronnie Lizano

Cantidad de muestras: 1

Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020

N° de Informe: 20-477

Identificación de Usuario: AGROECOLOGÍA FAMILIA ACHIÑA

Tel./Cel: (+593) 396 2990

E-mail: rlizano@ups.edu.ec

Tipo de Cultivo: variados

Fecha Emisión: diciembre 11, 2020

Fecha de Análisis: nov. 23-dic. 10, 2020

Código de Laboratorio: LSAS0442

pH (1)	C.E. (2)	M.O. (3)	NO3-N (4)	P (1)	K (1)	Cu (2)	Mg (1)	Na (2)	S (4)										
ad.	ad/ta	%	mg/L	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm										
7,14	x	8,38	x	3,62	OK	24,88	o	19,50	OK	0,46	o	4,68	x	1,71	o	0,08	o	6,46	o

B (4)	Fe (7)	Mn (7)	Cu (2)	Zn (7)	RELACIONES	Cap. Int. Cationes													
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca/Mg/K	mg/100g										
8,12	o	304,50	x	11,26	OK	11,14	o	22,85	a	28	a	2,41	OK	4,13	OK	18,21	a	7,02	o

Origen del criterio de valoración:
INIAF, 2012; INTAGRI, 2016

Método de ensayo:
[1] Ollas Modificadas: P (acreditado)
[2] Acritado de Anións: Ca, Mg, K, Na (intercambiables)
[3] Agua destilada pH, conductividad eléctrica, relación (1:1,25)
[4] Fiere Intera: P, S, B, Fe, Mn, Cu, Zn.
[5] Walkley-Black: materia orgánica.
[6] NO3-N, NH4-N (Van Moerk)
[7] Fe, Mn, Cu, Zn: potasaato de dietiloxiamina (DTEA)

Simbología:
A: alto; B: bajo; OK: adecuado
mg/L: miligramos por litro; mg/100g: miligramos por cien gramos
ad.: unidades; %: porcentaje
... parámetro no valorado

Nota Aclaratoria: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

TEXTURA (%)

ARENA	LIMO	ARCILLA
60	34	6

FRANCO ARGILOSO





Ingeniero Químico
Vicario de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jamn N3-B5 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (0) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: agualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

Figura 48

Informe de análisis químico del suelo de la parcela A2




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y Wilson
Contacto: Magíster Román Lizano
Cantidad de muestras: 1
Fecha de Ingreso: noviembre 25, 2020
Nº de Informe: 20-476

Tel/Cab: (+593) 396 2900
E-mail: rlizano@ups.edu.ec
Tipo de Cultivo: variado
Fecha Emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de Análisis: nov. 23-dic. 10, 2020
Código de Laboratorio: USA2044

Identificación de Usuario: LOS LAURELES-UPS

pH (1)	C.E. (2)	M.O. (3)	NO ₃ -N ⁴	P (5)	K (2)	Ca (3)	Mg (2)	Na (3)	S (4)
ad.	ad/cm	%	mg/L	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm
6,52 OK	6,29 0	3,56 OK	16,28 0	9,37 0	1,00 0	6,06 OK	2,95 0	0,17 0	7,26 0

B (4)	Fe (7)	Mn (7)	Cu (7)	Zn (7)	RELACIONES			Cap. Int. Catiónica	
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Fe/Mn	Ca/Mg	Ca/Mg/K	mg/100g	
8,33 0	218,89 A	16,11 OK	16,72 0	14,47 A	31 A	2,03 OK	2,95 OK	17,74 A	10,16 OK

Origen del criterio de valoración:
 INIAP, 2012; INTAGRI, 2016

Método de ensayo
 (1) Olan Modificado; P (asimilable)
 (2) Análisis de Anións: Ca, Mg, K, Na (intercambiables)
 (3) Agua destilada; pH, conductividad eléctrica, relación (1:1:25)
 (4) Pinta Saturada: P, S, B, Fe, Mn, Cu, Zn.
 (5) Walkley-Black: muestra orgánica.
 (6) NO₃-N, NH₄-N (Test Merck)
 (7) Fe, Mn, Cu, Zn: permanganato de potasio (DTPA)

Statística
 A: alto; B: bajo; OK: adecuado
 mg/L: miligramos por litro; mg/100g: miligramos por cien gramos
 ad.: unidades % porcentaje
 ---: parámetro no evaluado

TEXTURA (%)

ARENA	LIMO	ARCILLA
64	28	8

FRANCO ARENOSO

Nota Adicional: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (0) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: agualavisi@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

Figura 49

Informe de análisis químico del suelo de la parcela C




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de Octubre N 24-22 y W100
Contacto: Magister, Rocío Lizaso
Cantidad de muestras: 1
Fecha de Ingreso: noviembre 23, 2020
Nº de Informe: 20-475

Tel/Cel: (+593) 396 2000
E-mail: rlizaso@ups.edu.ec
Tipo de Cultivo: variados
Fecha Emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de Análisis: nov. 23-dic. 10, 2020

Identificación de Usos: CONVENCIONAL FRUTILLA
CAYAMBE
Código de Laboratorio: LSA20-643

pH (C)	C.E. (D)	M.O. (E)	NO ₃ -N (F)	P (G)	K (H)	Ca (I)	Mg (J)	Na (K)	S (L)
ad.	ad/mo	%	mg/l	ppm	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm
6,46 (C)	0,16 (D)	3,35 (E)	4,93 (F)	23,07 (G)	8,79 (H)	8,10 (I)	3,68 (J)	0,12 (K)	8,68 (L)

B	Fe	Mn	Cu	Zn	RELACIONES	Cap. Int. Cationes		
ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ca/Mg	Mg/N	Ca/Mg/N	mg/100g
0,15 (M)	441,50 (N)	9,73 (O)	13,81 (P)	16,94 (Q)	4 (R)	2,67 (S)	3,87 (T)	31,17 (U)

Origen del criterio de valoración:
 INIAF, 2012; INTAGRI, 2016

Método de ensayo

- (1) Origen Modificado P (acromilético)
- (2) Azotado de Amonio/ Ca, Mg, K, Na (ácromilético)
- (3) Agua destilada: pH, conductividad eléctrica, salinidad (1:2,5)
- (4) Pasta Sulfato: P, S, K, Fe, Mn, Cu, Zn
- (5) Walkley-Black: materia orgánica
- (6) MO₃-N, NO₃-N (Test Merck)
- (7) Fe, Mn, Cu, Zn: permanganato de potasio (DTPN)

Statoblogía
 A: alto; B: bajo; OC: adecuado
 mg/L: miligramos por litro; mg/100g: miligramos por cien gramos
 mol: molaridad; %: porcentaje
 ... parámetro no valorado

Nota Adicional: Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.

TEXTURA (%)

ARENA	LIMO	ARCILLA
54	26	18
FRANCO		



Mag. Rocío Lizaso
Técnica de Suelos y Agua

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: egualavis@ups.edu.ec / bioagrolab@ups.edu.ec

Figura 50

Informe de análisis físicos de las 3 muestras de suelo




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Dirección: Avenida 12 de Octubre N24-22 y Wilson **Tel/Cel:** (+593) 996 2990

Contacto: Magister Román Lizaso **E-mail:** rlizaso@ups.edu.ec

Número de Muestras: 3 **N° de Informe:** 20-478

Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020 **Fecha Emisión:** diciembre 11, 2020

Tipo de Muestra: suelo **Fecha de Análisis:** Nov. 23-dic. 10, 2020

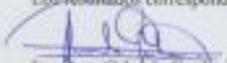
INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	da g/cc	db g/cc	Porosidad %	Humedad %	Método de Valoración
LSA20 643	CONVENCIONAL	1,03	2,10	50,97	21,15	PROCEDIMIENTOS FÍSICOS Estrata 105 °C Descalder
LSA20 644	LOS LAURELES	1,10	3,02	63,39	22,74	
LSA20 645	FAMILIA ACHIÑA	0,93	2,27	59,03	25,42	

DATOS ADICIONALES:

% : porcentaje
g/cc: gramo por centímetro cúbico

Nota Aclaratoria:
Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.



Ing. Agr. Orlando Guatavisi
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 (03) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: oguatavisi@ups.edu.ec / biogrofolab@ups.edu.ec

Figura 51

Informe de análisis biológico de suelo de la parcela A1



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**
Ecuador



SALAMANCA
(SAN KOFU)

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de octubre N24-22 y Wilson
Contacto: Magister Román Lizaro
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020
Característica de la muestra: suelo

Teléfono: +593(0)3962800
E-mail: romano@ups.edu.ec
N° de informe: 20481
Fecha emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de análisis: nov. 23-abr. 10, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Usuario	Unidad	AGROECOLOGÍA FAMILIA ACRUEA	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de laboratorio Parámetros		USA201642	
Húmic y Levadura	g/kg	5.2 x 10 ²	AGAC 96.12 (PETRUS.M)
Muestras Analizadas	g/kg	3.5 x 10 ²	AGAC 96.12 (PETRUS.M)

DATOS ADICIONALES:
 Unidad: unidades biológicas de colonias por cada mililitro de muestra.
 AGAC: refers the Official Method of Analysis of AGAC INTERNATIONAL.
Observaciones
 Los resultados corresponden únicamente a las (s) muestra(s) etiquetado(s) por el CLIENTE.



Ing. Msc. Orlando Guzmán
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
 Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre, Teléfonos: 593 (0) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: cgualavis@ups.edu.ec / biogroslab@ups.edu.ec

Figura 52

Informe de análisis biológicos de suelo de la parcela A2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR



SALESIANOS ECUATORIANOS

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de octubre N24-22 y Wilson
Ciudad: Milagro, Guayas
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020
Característica de la muestra: suelo

Teléfono: (+593) 3962800
E-mail: info@ups.edu.ec
N° de informe: 20-480
Fecha emisión: diciembre 13, 2020
Fecha de análisis: nov. 23 de 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Muestra	Unidad	LIB LAUREL CFU	MÉTODO DE VALORACIÓN
Código de Laboratorio Farmacias		LSA20-641	
Módulo Lavadero	uf/ml	1.1×10^2	BOAC 99-11 (PETRIFILM)
Módulo Aseo	uf/ml	2.5×10^2	BOAC 99-11 (PETRIFILM)

DATOS ADICIONALES:
 uf/ml: unidades formadoras de colonias por cada mililitro de muestra.

BOAC refers the Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL.

Observaciones:
 Se realizaron cultivos únicamente a las 2 muestras entregadas por el CLIENTE.



Ing. Agr. Christian Trujillo
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cayambe, Av. Natalia Jarrín N3-85 y 9 de Octubre. Teléfonos: 593 121 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
 Correo electrónico: cgrolavis@ups.edu.ec / biocgrolab@ups.edu.ec

Figura 53

Informe de análisis biológico de suelo de la parcela C

 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
BOGOTÁ

 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Pág. 1 de 1

Cliente: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dirección: Avenida 12 de octubre N24-22 y Wilson
Contacto: Magister Roman Lizcano
Cantidad de muestras: 1
Fecha de ingreso: noviembre 23, 2020
Característica de la muestra: suelo

Teléfono: (+593) 196 2900
E-mail: rlizcano@ups.edu.ec
N° de informe: 20-479
Fecha emisión: diciembre 11, 2020
Fecha de análisis: nov. 23-dic. 10, 2020

INFORME DE RESULTADOS

Identificación de Cliente	Cantidad	CONVENCIÓN	MÉTODO DE VALORACIÓN
		CUSTO FRIETELA	
Código de laboratorio Pasamonte		1,5621-643	
Muestra Localidad:	afecta	8,2 x 10 ²	ADAC 99012 (PETREEM)
Muestra Apéndice:	afecta	1,2 x 10 ²	ADAC 99012 (PETREEM)

DATOS ADICIONALES:
afecta, unidades frías/gramo de carbono por cada mililitro de muestra.

ADAC: refers the Official Methods of Analysis of ADAC INTERNATIONAL.

Observaciones:
Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el CLIENTE.


Ing. Mag. Orlando Cordero
Técnico de Suelos y Agua



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
Cayamba, Av. Natalia Jarín N3-85 y 9 de Octubre, Teléfonos: 593 (2) 3962946 / 3962800 ext. 2504-2534.
Correo electrónico: agualo@ups.edu.ec / biogrolab@ups.edu.ec