



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**LA HUELLA HÍDRICA COMO INDICADOR DEL USO EFICIENTE DEL AGUA
EN LA PRODUCCIÓN DE ROSAS, LECHE Y HUERTOS AGROECOLÓGICOS EN
LA COMUNIDAD DE PESILLO DEL CANTÓN CAYAMBE.**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingenieras Ambientales

**AUTORAS: AMANDA MARICELA GUATO INTE
SANDRA ELIZABETH SANCHEZ CHILCAÑAN**

TUTOR: CHARLES JIM CACHIPUENDO ULCUANGO

Quito - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotras, Amanda Maricela Guato Inte con documento de identificación N° 1751455500 y Sandra Elizabeth Sánchez Chilcañan con documento de identificación N° 1725294068 manifestamos que:

Somos las autoras responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 27 de febrero del año 2023

Atentamente,



Amanda Maricela Guato Inte

1751455500



Sandra Elizabeth Sánchez Chilcañan

1725294068

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Amanda Maricela Guato Inte con documento de identificación No. 1751455500 y Sandra Elizabeth Sánchez Chilcañan con documento de identificación N° 1725294068, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos las autoras del Trabajo Experimental: “La huella hídrica como indicador del uso eficiente del agua en la producción de rosas, leche y huertos agroecológicos en la comunidad de Pesillo del cantón Cayambe”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieras Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de febrero del año 2023

Atentamente,



Amanda Maricela Guato Inte

1751455500



Sandra Elizabeth Sánchez Chilcañan

1725294068

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Charles Jim Cachipuendo Ulcuango con documento de identificación N° 1711651040, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: LA HUELLA HÍDRICA COMO INDICADOR DEL USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN DE ROSAS, LECHE Y HUERTOS AGROECOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE PESILLO DEL CANTÓN CAYAMBE, realizado por Amanda Maricela Guato Inte con documento de identificación N° 1751455500, y Sandra Elizabeth Sánchez Chilcañan con documento de identificación N° 1725294068 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 27 de febrero del año 2023

Atentamente,



Ing. Charles Jim Cachipuendo Ulcuango PhD

1711651040

DEDICATORIA

" Te mereces lo mismo que sueñas"

Este trabajo está dedicado a Dios por haberme ayudado con amor, fe y sabiduría a terminar mi carrera y haberme guiado desde el día 1 que empecé esta travesía, a mi mami Maricela por haberme enseñado a luchar por cada cosa que me proponga siempre con humildad y amor, a mi papi Ramiro por apoyarme en cada cosa que hice y hago, por ser mi súper héroe en toda mi vida, a mi hermana por siempre estar para mí y ayudarme a salir adelante en las buenas en las malas y en las peores, a mi sobrina Anthonella por haber llegado a mi vida a ser mi todo, a mi tía Anita por ser una segunda mama y siempre brindarme su cariño incondicional, a mi prima/ hermana Andreina por ayudarme en cada paso que he dado y a tomar buenas decisiones, a mi Tío Homero por darme un ejemplo de perseverancia y respeto, a mis gatitos y perros que aparecieron en mi vida de una manera inesperada.

A mis amigas Aysha, Sandrita, Daya, Pathy, Pao por haber sido parte de mi vida universitaria, apoyarme en cada locura, en cada amanecida, por ser esa familia que uno elige, y ser uno de los regalos más bonitos que me dio mi carrera y el grupo "ELS"

A la Universidad Politécnica Salesiana por haber sido mi segundo hogar, por haberme enseñado y hecho vivir la mejor experiencia universitaria.

A mi tutor y director de tesis por haber sido mi guía en todo mi trabajo.

Y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron y están en mi vida se la dedico

Att: la doctora Arbolito

Dedico este trabajo principalmente a DIOS, por haberme permitido llegar a este momento tan importante en mi formación profesional, por haberme acompañado durante todo el trayecto de mi vida personal y académica.

A mis padres Nelly Chilcañan y Rubén Sánchez quienes han sido mi pilar fundamental durante toda mi vida, mostrándome siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestra diferencia de opinión. A mi hermana Mayra Sánchez y sobrino Isaac Saavedra por estar siempre dispuestos a ayudarme, escucharme en cualquier momento, a ser parte de mis aventuras, mis momentos significativos por ser parte de mi vida porque cada uno fue un ejemplo de perseverancia, valores y dedicación para mí, porque me enseñaron a no rendirme y a dar lo mejor de mí siempre. LOS AMO MUCHO.

A mis amigas Amanda, Aysha, Tatys, Majo, Carlota, Andrea, Margoth, Eri, Yuli y Lu que a pesar de los buenos, malos y difíciles momentos que pasamos nunca dejamos de ser amiga/os y ni aun el transcurso del tiempo nos separó, gracias por ser parte de mi vida, por apoyarme, aportar sus conocimientos por estas ahí presentes, hicieron de esta experiencia una de las más especiales y maravillosas de mi vida. A mi mejor amigo Anderson Zapata que estuvo junto a mí en los buenos, malos y difíciles momentos buscando la forma de hacerme sonreír, que me dio su apoyo, nunca me dejó que me rindiera, que fue mi compañero de aventuras y de estudio. A la Universidad que fue mi segundo hogar, a mi tutor Charles Cachipuendo e Ing. Jorge Sandoval que fueron mis mentores, a toda mi familia y a todas esas personas que Dios puso en mi camino, que formaron parte de mi vida y que estuvieron presentes en el desarrollo de esta tesis ya que me brindaron su ayuda, conocimiento y calidez humana aun sin conocerme y me brindaron una oportunidad en su vida de conocerlos.

AGRADECIMIENTO

“Cada vida está repleta de bendiciones: solo observa a tu alrededor y descubre al menos una por día.”

Agradecemos a Dios por habernos permitido culminar nuestra carrera, con el apoyo de la Universidad Politécnica Salesiana, agradecemos a nuestros padres por haber sido nuestro pilar fundamental en todo nuestro desempeño académico, a la Comunidad de Pesillo por habernos abierto sus puertas con una gran calidez y humildad y por permitirnos realizar nuestro trabajo de titulación, al Ingeniero Charles Cachipundo por haber sido nuestro guía y mentor ya que ha impulsado en nosotras el deseo de superación a lo largo del desarrollo de nuestro proyecto, al Ingeniero Jorge Sandoval por su apoyo, paciencia y enseñanzas en cada de los procesos que realizamos, agradecemos a los colaboradores que nos ayudaron con la información de sus fincas y nos impartieron enseñanzas de como realizan el manejo de cada uno de sus cultivos y a todas esas personas que estuvieron en nuestros buenos y malos momentos apoyándonos.

Amanda y Sandra

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxiv
1. INTRODUCCIÓN	25
1.1 Problema	25
1.2 Delimitación	25
1.3 Pregunta de Investigación	27
1.4 Objetivos	27
1.4.1 Objetivo General	27
1.4.2 Objetivos Específicos	28
1.5 Hipótesis	28
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	29
2.1 Ecología Política	29
2.2 Sistemas productivos	30
2.2.1 Sistemas agroecológicos	30
2.2.2 Sistema Ganadero	31
2.2.3 Sistema Florícola	33
2.3 Necesidades hídricas en los sistemas productivos	33
2.3.1 Evaporación	34

2.3.2	Transpiración-----	34
2.3.3	Evapotranspiración-----	35
2.3.4	Factores que condicionan la evapotranspiración-----	36
2.3.5	Variables climáticas o condiciones meteorológicas-----	36
2.3.6	Factores dependientes del suelo-----	36
2.3.7	Factores de cultivo-----	36
2.4	La eficiencia del uso del agua en la agricultura.....	36
2.4.1	Eficiencia de aplicación-----	37
2.4.2	Métodos de evaluación de eficiencia de aplicación-----	39
2.5	Contaminación del agua a partir de los sistemas productivos	40
2.5.1	Parámetros-----	41
2.6	Eficiencia mediante la huella hídrica.....	41
2.6.1	Huella hídrica (HH)-----	41
2.6.2	Huella Azul-----	42
2.6.3	Huella Verde-----	43
2.6.4	Huella Gris-----	44
2.6.5	Cropwat-----	44
3.	MATERIALES Y MÉTODOS-----	46
3.1	Población y Muestra	46
3.1.1	Población-----	46

3.1.2	Muestra	46
3.2	Diseño de la investigación.....	48
3.3	Variables.....	49
3.3.1	Variables Independientes.....	49
3.3.2	Variables Dependientes.....	49
3.4	Fase Uno.....	49
3.5	Fase Dos.....	50
3.6	Fase Tres.....	50
3.7	Fase Cuatro.....	51
3.8	Fase Cinco.....	51
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
4.1	Sistemas de producción y necesidades hídricas	53
4.1.1	Caracterización los sistemas de producción	53
4.1.2	Pastos.....	54
4.1.2.1	Preparación del suelo.....	55
4.1.2.2	Producción	55
4.1.2.3	Meses de mayor producción.....	56
4.1.2.4	Disponibilidad de agua.....	57
4.1.2.5	Mano de obra	58
4.1.3	Huertos Agroecológicos	59

4.1.3.1 Preparación del suelo -----	59
4.1.3.2 Producción -----	60
4.1.3.3 Meses de mayor producción-----	61
4.1.3.4 Disponibilidad de agua-----	62
4.1.3.5 Mano de obra -----	63
4.1.4 Rosas -----	64
4.1.4.1 Preparación del suelo-----	65
4.1.4.2 Producción -----	66
4.1.4.3 Meses de mayor producción-----	67
4.1.4.4 Disponibilidad de agua-----	68
4.1.4.5 Mano de obra -----	69
4.2 Necesidades hídricas.....	69
4.2.1Eficiencia del uso del agua en Pastos -----	70
4.2.2 Eficiencia del uso del agua en Huertos Agroecológicos -----	74
4.2.3 Eficiencia del uso del agua en Rosas.....	81
4.2.4 Eficiencia del uso del agua en la producción agropecuaria -----	83
4.2.4.1 Eficiencia a nivel de parcela Pastos-----	84
4.2.4.2 Eficiencia a nivel de parcela de huertos agroecológicos -----	85
4.2.4.3 Eficiencia a nivel de parcela de Rosas -----	86

4.2.5 Comparación de la eficiencia del agua a nivel de parcela para la producción agropecuaria-----	87
4.3 Costos y beneficios del uso del agua en los sistemas productivos	88
4.3.1 Costos de inversión y costos de producción -----	88
4.3.2 Beneficios de producción -----	89
4.3.3 Relación volumen de agua (m ³) e ingresos -----	90
4.4 La huella hídrica en los tres sistemas productivos	92
4.4.1 Calidad de agua -----	92
4.4.1.1 Parámetros físico-químicos huertos agroecológicos-----	92
4.4.1.2 Parámetros físico-químicos Pastos -----	94
4.4.1.3 Parámetros físico-químicos Rosas-----	96
4.5 Huella Hídrica.....	97
4.5.1 Calculo de la Huella azul-----	97
4.5.2 Calculo de la Huella verde -----	98
4.5.3 Calculo de la huella gris -----	99
4.5.4 Calculo de la Huella de la hídrica-----	100
4.6 Discusión	101
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	106
5.1 Conclusiones.....	106
5.2 Recomendaciones	107

6 BIBLIOGRAFÍA	109
7 ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. -----	32
Composición general de la leche en diferentes especies-----	32
Tabla 2. -----	39
Eficiencia de aplicación -----	39
Tabla 3. -----	46
Base de datos huertos agroecológicos -----	46
Tabla 4. -----	47
Base de datos leche -----	47
Tabla 5. -----	48
Base de datos Rosas-----	48
Tabla 6. -----	54
Datos Generales Pastos-----	54
Tabla 7. -----	55
Preparación del suelo pastos-----	55
Tabla 8. -----	56
Tiempo del primer corte-----	56
Tabla 9. -----	56
Meses de mayor producción de Pasto -----	56
Tabla 10. -----	57

Disponibilidad de agua en pastos -----	57
Tabla 11. -----	58
Mano de obra -----	58
Tabla 12. -----	59
Datos generales Huertos Agroecológicos-----	59
Tabla 13. -----	60
Preparación del suelo Huertos Agroecológicos -----	60
Tabla 14. -----	61
Producción de Huertos Agroecológicos-----	61
Tabla 15. -----	62
Meses de mayor producción Huertos Agroecológicos-----	62
Tabla 16. -----	63
Disponibilidad de agua Huertos Agroecológicos-----	63
Tabla 17. -----	64
Mano de obra Huertos Agroecológicos -----	64
Tabla 18. -----	64
Datos Generales Rosas -----	64
Tabla 19. -----	65
Preparación del suelo Rosas -----	65
Tabla 20. -----	66

Primera producción de Rosas-----	66
Tabla 21. -----	67
Meses de mayor producción de Rosas -----	67
Tabla 22. -----	68
Disponibilidad de agua Rosas -----	68
Tabla 23. -----	69
Mano de obra en Rosas -----	69
Tabla 24. -----	70
Necesidades hídricas de rosas, pastos y huertos agroecológicos -----	70
Tabla 25. -----	70
Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto-----	70
Tabla 26. -----	71
Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva -----	71
Tabla 27. -----	72
Datos del Cultivo de Pasto-----	72
Tabla 28. -----	73
Datos del suelo pasto, huertos agroecológicos y rosas-----	73
Tabla 29. -----	74
Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto huertos agroecológicos -----	74
Tabla 30. -----	75

Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva -----	75
Tabla 31. -----	76
Datos del cultivo de Cebolla-----	76
Tabla 32. -----	77
Datos del cultivo de Habas-----	77
Tabla 33. -----	77
Datos del cultivo de Maíz -----	77
Tabla 34. -----	78
Datos del cultivo de Papas -----	78
Tabla 35. -----	79
Datos del cultivo de Mellocos -----	79
Tabla 36. -----	80
Datos del cultivo de Ocas -----	80
Tabla 37. -----	80
Datos del cultivo de Trigo -----	80
Tabla 38. -----	81
Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto-----	81
Tabla 39. -----	82
Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva -----	82
Tabla 40. -----	83

Datos del Cultivo de Rosas -----	83
Tabla 41. -----	84
Eficiencia a nivel de parcela Pastos -----	84
Tabla 42. -----	85
Resultado de eficiencia en huertos agroecologicos a nivel de parcela -----	85
Tabla 43. -----	86
Eficiencia a nivel de parcela de rosas -----	86
Tabla 44. -----	87
Comparacion de la eficiencia del agua aplicada a nivel de parcela -----	87
Tabla 45. -----	89
Datos de costos de inversión y costo de producción por sistema productivo -----	89
Tabla 46. -----	90
Ganancia por utilidad/ha -----	90
Tabla 47. -----	91
Datos generales para el caudal -----	91
Tabla 48. -----	91
Utilidad por m ³ -----	91
Tabla 49. -----	92
Parámetros físico-químicos huertos agroecológicos -----	92
Tabla 50. -----	94

Tabla Parámetros físico-químicos Pastos -----	94
Tabla 51. -----	96
Parámetros físico-químicos Rosas -----	96
Tabla 52. -----	98
Calculo de la huella azul -----	98
Tabla 53. -----	99
Calculo de la huella verde-----	99
Tabla 54. -----	100
Calculo de la huella gris-----	100
Tabla 55. -----	101
Calculo de la huella hídrica -----	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. -----	26
Ubicación geográfica de la comunidad de Pesillo -----	26
Figura 2. -----	32
Composición de la leche -----	32
Figura 3. -----	48
Fases de la investigación -----	49
Figura 4. Georreferenciación Sistemas Productivos -----	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Medición del área para la pluviometría -----	114
Anexo 2.	Colocación de estacas huertos agroecológicos -----	114
Anexo 3.	Medición Pluviométrica en Huertos agroecológicos -----	115
Anexo 4.	Medición de la presión de los aspersores -----	115
Anexo 5.	Medición del área para la colocación del material de pluviometría en pastos ---	115
Anexo 6.	Colocación de estacas en Pastos-----	115
Anexo 7.	Medición pluviométrica en Pastos -----	116
Anexo 8.	Presión del hidrante -----	116
Anexo 9.	Colocación de vasos para la medición por goteo -----	117
Anexo 10.	Volumen del goteo -----	117
Anexo 11.	Toma de la presión dentro del cultivo de rosas -----	117
Anexo 12.	Toma de muestras Cultivo de Rosas (Invernadero) -----	118
Anexo 13.	Toma de muestras Pastos y Huertos agroecológicos -----	118
Anexo 14.	Almacenamiento de muestras-----	119
Anexo 15.	Análisis de conductividad -----	119
Anexo 16.	Análisis de pH -----	119
Anexo 17.	Análisis de DBO-----	119
Anexo 18.	Análisis nitritos y nitratos -----	120
Anexo 19.	Análisis fósforo -----	120

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la comunidad de Pesillo, parroquia Olmedo del cantón Cayambe, a través de la evaluación de la huella hídrica se determinó la relación que existe entre los sistemas de producción agrícola y la eficiencia hídrica. Con el fin de analizar la distribución del agua, teniendo en cuenta la demanda que se presenta dentro de los sistemas de producción, debido a que se genera una problemática social relacionada con el desconocimiento del uso eficiente del agua de riego. Es por ello que se identificaron indicadores que permiten conocer cuáles de estos sistemas productivos son las eficientes: Pasto, huertas agroecológicas o rosas. El estudio se realizó en 5 APU (Unidades de producción agropecuaria), en los cuales se realizaron encuestas brindando información datos técnicos, costos generales uso de insumos químicos y otros. Los datos técnicos se obtuvieron mediante el método de riego pluviométrico (aspersión y goteo); se determinó DBO; DQO, Conductividad pH, Nitrato, Nitritos y Fosforo Total como parámetros físico químicos recolectando la muestra de agua en el hidrante. Para determinar las necesidades de cada parcela de agua se utilizó el software CROPWAT 8.0. Los resultado que muestran la necesidad hídrica es de 18,2 mm/ día en pasto, 18,08 mm/día en rosas y huertos con 17,93 mm/día. Eficiencia de aplicación en rosas 73,37%; pasto 56,75% y huerta 45,53%. Para el análisis de costos de consumo de agua se calculó en una hoja de Excel donde se obtuvo un balance económico. Los costos de inversión y operación son directamente proporcionales a los ingresos generados sienta el mayor porcentaje en rosas, seguida por pastos y finalmente las huertas. Mientras que en parámetros físico-químicos, los resultados muestran que el agua de riego se encuentra en condiciones para su uso bajo la norma vigente establecida por la ley.

Palabras Clave: eficiencia de aplicación, necesidades hídricas análisis económico, contaminantes, sistemas productivos

ABSTRACT

This research was carried out at Pesillo's community, Olmedo parish in Cayambe Canton, through evaluation of the water footprint it was determined the relationship that exists between production systems agricultural and the water efficiency. In order to analyze the water distribution, taking into account the demand that occurs within of production systems, due to as it is generated a social issue related to unknowledge of the efficient use of irrigation water. That's why indicators was identify to allow know which of the production systems are more efficient: pasture, agro ecological gardens or roses. The study was performed in 5 APUs (Agri Production Unit), in wich surveys was made providing technical datam overhead costs, use of chemical inputs and others.

Technical data was obtained using the pluviometry irrigation method (aspersion and drip); DBO, DQO, Conductivity, pH, Nitrate, Nitrites y Total Phosphorus as physico- chemical parameters analysis was determined collecting the water sample in the hydrant. In order to determine each water plot needs, Cropwat 8.0 software was used.

Results shows water need gets 18, 23 mm/day in pasture, 18, 08 mm/day in roses and orchard with a 17, 93 mm/day. Application efficiency in roses 73, 37%; pasture 56, 75%; y orchard 45, 53%.

For water consumption costs analysis was calculated an excel sheet was made where an economic balance was obtained. Investment and operation costs of are directly proportional to the income generated, been the highest percentage roses, followed by pastures and finally orchards. While in physico- chemical parameters, results shows that that irrigation water is in optimal condition for use under current regulations established by law.

Key words: Application efficient, water needs, economic analysis, pollutants, production system

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

La demanda actual del agua que se requiere en cada uno de cada sistemas productivos que permiten el desarrollo de los cultivos ha sido una constante problemática en la comunidad de Pesillo, debido a que se desconoce sobre el uso eficiente del agua en los sistemas productivos principales como son las rosas, pastos (leche) y los huertos agroecológicos (Sánchez, 2021).

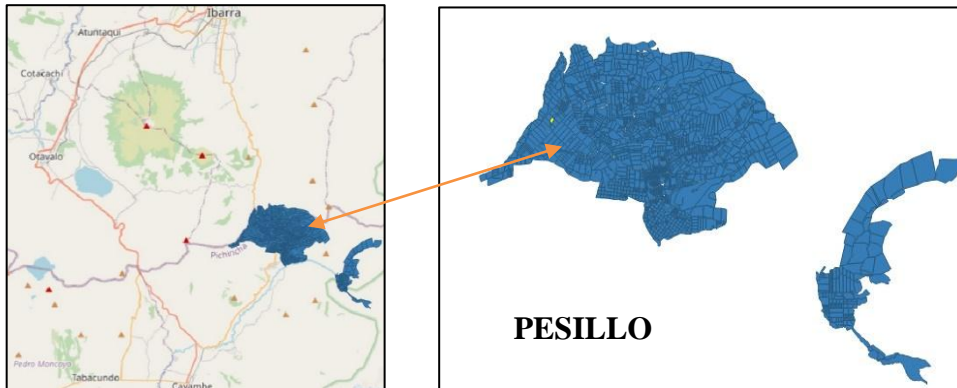
Al no determinar cuál de los tres sistemas productivos genera un mayor consumo de agua, se realizan malas prácticas de riego por lo que el sistema se vuelve ineficiente y esto afecta de manera directa a factores ambientales, socioculturales y económicos.

1.2 Delimitación

La comunidad de pesillo se encuentra ubicada en la parroquia Olmedo del cantón Cayambe a 90 km de la Provincia de Pichincha, con una superficie total de 3237,11 ha; tiene una altitud entre los 3.000 a 3.400 msnm con relieves de dos tipos: mayores a 25° que se le conoce como áreas escarpadas y mayores a 50° que son las partes más altas donde se encuentran ubicados los páramos. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE OLMEDO, 2015-2025)

Figura 1.

Ubicación geográfica de la comunidad de Pesillo



Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Temperatura

La temperatura máxima es de 15,28 °C y su temperatura mínima es de 12,28 °C estas variaciones climáticas se dan por la presencia del volcán Cayambe ya que influye en las condiciones climáticas de la zona. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE OLMEDO, 2015-2025).

Precipitación

Durante la época de verano (Junio, Julio, Agosto y Septiembre), con precipitaciones de 31 a 55,10mm/mes mientras que en época de invierno (enero-mayo y octubre- diciembre) con unas precipitaciones de 81,10 a 114 mm/mes. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE OLMEDO, 2015-2025)

Viento

En épocas de verano los vientos oscilan entre 105 y 140 km/día con una dirección de norte a este sobre todo en mes de agosto, mientras que en época de invierno oscilan entre 90 y

100 km/día con la misma dirección. (GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE OLMEDO, 2015-2025)

Suelo

La comunidad Pesillo presenta diferentes tipos de suelos entre ellos, el franco arcilloso donde son usados mayormente para la producción de pasto. Entre las actividades principales es la producción de leche. Otra actividad que se realiza es la producción de rosas, este es un nuevo sistema de producción que tuvo comienzo en el año 2020. (CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE, 2018)

Hidrografía

La comunidad de pesillo forma parte de la cuenca hídrica alta del rio Pisque y del Rio La Chimba, tiene una autorización de uso de 440,5 l/s para el uso en la agricultura, los métodos de riego son por aspersión en un 55,5% y goteo en un 0,55 % para la distribución del agua se realiza por redes de tubería que aprovecha la energía de la gravedad. (CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE, 2018)

1.3 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la relación entre los sistemas de producción agropecuaria y el uso eficiente del agua en la Comunidad de Pesillo, considerando como indicador la Huella Hídrica?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la relación entre los sistemas de producción agropecuaria y el uso eficiente del agua, mediante la evaluación de la huella hídrica con el fin de mejorar la distribución del agua en la comunidad de Pesillo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades hídricas en los cultivos de rosas, de pasto y huertos agroecológicos utilizando el software CROPWAT 8.0.
- Obtener la eficiencia de aplicación del agua a nivel de parcela mediante el método volumétrico.
- Realizar el análisis económico de los tres sistemas de producción rosa, leche y huertos agroecológicos mediante la identificación de costos e ingresos.
- Identificar los contaminantes del agua en los tres sistemas de producción agropecuarios mediante el análisis de parámetros químicos y físicos del agua.

1.5 Hipótesis

En los sistemas productivos se genera una problemática dentro de la comunidad por el desconocimiento del uso eficiente del agua al momento de realizar el riego (aspersión y goteo) en cada uno de los cultivos por lo que es necesario identificar indicadores que nos permitirá conocer cuál de los tres sistemas productivos es más eficiente, sus costos y calidad del agua.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Ecología Política

La ecología política se encuentra correlacionada con procesos sociales y políticos que se enfocan en diversas perspectivas, disciplinas, pensamientos, éticas, comportamientos y hasta movimientos sociales que busca criticar, dar un enfoque diferente a los problemas que se presentan, puntos de vista y sobre todo caracterizar conceptos y acciones de la injusticia ambiental y la sobreexplotación de los recursos en zonas y lugares establecidos, además no solo se trata de adoptar un pensamiento o una ideología constructivista acerca de la naturaleza sino que también que se encuentre direccionada a lo político donde se pueda establecer un vínculo entre los seres humanos y la naturaleza. (Leff, 2006)

A lo largo de la historia varios pueblos y comunidades en el Ecuador han luchado no solo por el acceso a las tierras sino también por el control, distribución y manejo del recurso agua. Por lo que por varias décadas se ha mantenido una continua lucha por la modificación de varias leyes establecidas por el Estado que no permitían una correcta armonización con la realidad en la que se vive, ya que estas limitaban el acceso, disposición final, consumo, desarrollo de crecimiento económico dentro de la comunidad, las distintas formas de gestión y manejo correcto, por lo que en ocasiones algunas actividades que se desarrollaban se encontraban fuera del sistema legal (Sánchez, 2021). El conjunto de todos estos inconvenientes y problemas, genero la persistencia y organización permitiendo así que sus voces sean escuchadas y finalmente plasmadas en el año 2008 mediante la Constitución, en la que establece y reconoce los Derechos de la Naturaleza, derechos de los pueblos indígenas a la gestión comunitaria del agua. La Constitución reconoce al Ecuador como un estado plurinacional, intercultural y constitucional de derechos. (Perugachi Cachimuel & Chachipundo Ulcuango, 2020).

2.2 Sistemas productivos

Comunidades rurales y urbanas se encuentran vinculadas a los recursos naturales lo que permite que factores culturales, económicos, ambientales y socioeconómicos se encuentren directamente ligadas al beneficio poblacional y desarrollo familiar, dando como resultado que el ser humano pueda adaptarse al entorno y busque estrategias, como son la formación de sistemas abiertos y cerrados que generen un desarrollo económico para la población. Por lo que un sistema productivo puede llegar a ser sistemas cerrados o abiertos ya que puede generar desarrollo y progreso para la comunidad como para la persona que lo implementa y personas que se encuentran relacionadas al proceso. (Hernández, 2015)

Un sistema productivo se basa en el conjunto de insumos, de procesos que generan un producto y flujos de información que se conectan directamente al cliente por lo que estos están enfocados a las necesidades que tiene la población, (Echavane, 2007)

Los Sistemas agrarios se basan a conjuntos de técnicas en las que intervine la mano de obra, lotes de terreno o tierra, administración y manejo organizado que realiza el ser humano para la producción de uno o varios productos agrícolas. Estos sistemas están fuertemente influenciados por factores externos del medio rural a los que se incluye mercados, infraestructura, programas entre otros. Dentro de la economía en comunidades rurales a borda las relaciones entre lo que son los recursos, la estructura productiva, la tecnología con la que opera, el comportamiento humano y el sistema de intercambio. (VARGAS, 2017)

2.2.1 Sistemas agroecológicos

Los sistemas agroecológicos es el resultado de la modificación de la agricultura tradicional a la agricultura sostenible que tiene como objetivo la interacción entre animales, plantas, seres humanos y el cuidado del medio ambiente así como también aspectos sociales

donde se quiere lograr un comercio justo y sostenible. Para que un huerto agroecológico funcione de una manera eficiente se debe tener en cuenta algunos elementos como la diversidad, el reciclaje, el intercambio de conocimientos, los valores humanos, tradiciones alimentarias, la economía circular y uno de los más importantes la gobernanza responsable. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura , 2023)

La mayoría de los sistemas agroecológicos son implementados como agricultura familiar buscando conservar los recursos naturales como el suelo, el agua, la semilla, entre otros, para mejorar y poder mantener el contenido de los minerales y la materia orgánica que posee el suelo para así obtener diversidad de cultivos mediante asociación y rotación. (Gillisman & Altieri, 2013)

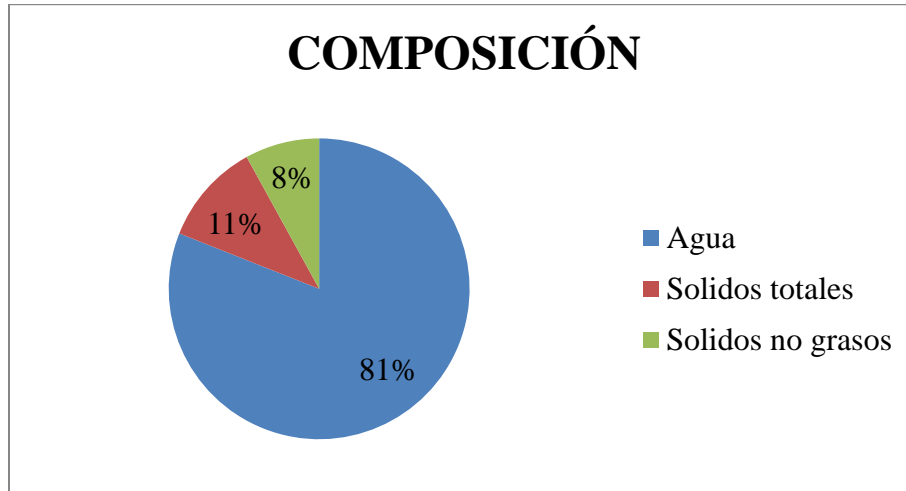
2.2.2 Sistema Ganadero

La humanidad en un porcentaje muy elevado depende de los animales ya sea para trabajo, alimentación, vestimenta o diversos usos, para satisfacer la demanda que se genera por el estilo de vida el ser humano a domesticado diferentes especies de animales. La vaca que fue la última especie importante en ser domesticada, dándole un valor y una importancia económica dentro del mercado al animal como a sus productos derivados.

La leche es uno de los productos con mayor demanda dentro de las zonas rurales, es considerada un alimento de primera necesidad por su elevado contenido nutricional, donde su composición se da de la siguiente manera: (Agudelo Gomez & Bedoya Mejia, 2005)

Figura 2.

Composición de la leche



Fuentes: (Agudelo Gomez & Bedoya Mejia, 2005)

Tabla 1.

Composición general de la leche en diferentes especies

Nutrientes (gr)	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88	84	87,5
Energía(Kcal)	61	97	7
Proteína	3,2	3,7	1
Grasa	3,4	6,9	4,4
Lactosa	4,7	5,2	6,9
Minerales	0,72	0,79	0,20

Fuentes: (Agudelo Gomez & Bedoya Mejia, 2005)

La leche es considerada un alimento primordial para los mamíferos y el ser humano por lo que mientras exista un mayor crecimiento poblacional el consumo per capital seguirá

aumentado la demanda tanto en leche como en sus derivados, por lo que se establecen sistemas productivos de ganadería en el cual el productor utiliza extensiones grandes de tierra para el cuidado y desarrollo del animal y de igual manera los recursos naturales para el desarrollo de esta actividad entre ellas la extracción del agua para riego. (Melvin L, 2008)

2.2.3 Sistema Florícola

A partir de 1982 en la región sierra inicio el cultivo de flores como una opción de comercialización en el Ecuador, la empresa Jardines del Ecuador ubicada en Puenbo fue una de las pioneras y gracias al éxito que tuvo se empezó a observar un crecimiento y desarrollo de empresas dedicadas a esta actividad en diferentes zonas. En Cayambe y Tabacundo empezaron a establecer nuevas plantaciones enfocadas al desarrollo y comercialización de rosas contribuyendo con la economía de la comunidad en las que se encuentran establecidas y también con la economía del país ya que exportan a nivel mundial, con un 54 %, siendo Ecuador el tercer país de mayor exportación después de México y Holanda. (EXPO FLORES, 2021)

Ecuador exporta a más de 80 países en el mundo, y su demanda dentro del mercado va aumentando de forma gradual por lo que cada país tiene estándares de calidad más altos enfocados al desarrollo sostenible para el cuidado del medio ambiente (Guerra Bustillos, 2011)

2.3 Necesidades hídricas en los sistemas productivos

El agua es uno de los principales componentes en todo el mundo ya que en muchos procesos productivos es el elemento principal un ejemplo son las plantas herbáceas que requieren un 80% de agua mientras que en las leñosas un 50% para su desarrollo, el agua permite que exista un transporte de nutrientes desde el suelo hasta el área foliar del cultivo lo que permitirá un desarrollo y crecimiento óptimo. (Cadena Navarro , Hablemos de riego, 2012)

Dentro del movimiento de agua en relación suelo-agua-planta-atmosfera lo que nos interesa conocer son las necesidades hídricas lo que nos lleva a dos procesos que son la evaporación y la transpiración. (Cadena Navarro, Hablemos de riego, 2012)

2.3.1 Evaporación

Es el proceso que consiste en el paso del agua que se encuentra en estado líquido y que pasa a un estado gaseoso, para que este proceso se realice debe intervenir la absorción de calor lo que provoca un estado de agitación de las moléculas y generan el rompimiento de los enlaces que hay entre ellas pasando a un grado mayor de agitación. (Juncosa, 2005)

Este fenómeno comienza con las lluvias, las cantidades evaporadas que tienen mayor interés llegan a la superficie del suelo la cual es absorbida en su mayoría por plantas que generan el proceso de evaporación de forma directa, otros almacenamientos de agua son la nieve, el agua almacenada en las depresiones del suelo y las capas superficiales. (Juncosa, 2005)

2.3.2 Transpiración

Es el resultado de un proceso físico-biológico, en el cual el agua cambia de un estado líquido a un estado gaseoso, por medio del metabolismo que generan las plantas para luego pasar a la atmosfera este mecanismo comienza cuando el agua ingresa a través de las raíces a las células epidérmicas mediante osmosis e imbibición, para luego trasladarse a los sistemas vasculares que pasan por las raíces, el tronco y ramas para así llegar a las hojas. El agua y las sales minerales que captan la raíz a través de los pelos absorbentes forman la savia bruta, la cual es transportada por medio del xilema hasta llegar a las hojas en donde se generara la fotosíntesis.

La savia bruta está constituida por una gran cantidad de agua que al momento de llegar a las hojas, una parte de esta es perdida, por lo que absorbe las sustancias orgánicas elaboradas convirtiéndose en savia elaborada. Mientras que el agua sobrante que queda de la savia bruta sale

al exterior en forma de vapor de agua, a este proceso de eliminación del agua sobrante de la savia bruta se lo conoce como transpiración que se produce por medio de las estomas. (Cadena Navarro, Hablemos de riego, 2012)

Para el desarrollo y crecimiento la planta debe haber un equilibrio entre el agua adsorbida y el agua transpirada para que esta pueda graduar la apertura de las estomas por lo que dependerá de ciertos factores como son:

- La intensidad de la luz
- La temperatura y viento
- La cantidad de agua contenida en la planta
- El periodo vegetativo
- Grado de humedad del aire

2.3.3 Evapotranspiración

Es un término utilizado para referirse al requerimiento de agua que necesita por parte de las plantas, la evapotranspiración es la combinación de dos procesos que son la evaporación y la transpiración que se generan de manera simultánea y son dependientes el uno de la otra. Este efecto de combinación que generan estos dos procesos permite que se devuelva el agua a la atmosfera en forma de vapor. (Chile & Ortiz, 2020)

Se lo representa con las siglas de ET y sus unidades de medida es lamina por unidad de tiempo como es el mm/día, mm/mes, etc. En los cultivos durante las primeras semanas de desarrollo, el agua se evapora ya que la mayor área del suelo se encuentra sin cobertura vegetal y a medida que el cultivo va desarrollando se las pérdidas por evaporación van Decreciendo permitiendo que la transpiración aumente, esto se debe a que el cultivo se ha desarrollado y está cubriendo parcial o totalmente el suelo. (Uribe Cifuentes & Ruiz Muñoz, 2015)

2.3.4 Factores que condicionan la evapotranspiración

Dentro de estos factores tenemos las variables climáticas, factores de cultivo y de desarrollo, mismos que pueden llegar a afectar el proceso de evapotranspiración. (Santana, 2008)

2.3.5 Variables climáticas o condiciones meteorológicas

El clima nos permite determinar la necesidad de agua que requiere el cultivo ya que los Factores como temperaturas elevadas, la sequedad, la insolación el viento y el sitio son factores que favorecen a la evapotranspiración ya que de esto dependerá las necesidades hídricas del agua que requiere el cultivo. (Mafla H & Monero Cepero, 2011)

2.3.6 Factores dependientes del suelo

La capacidad de retención del agua que tiene el suelo es la humedad que disponemos para ser absorbido por las plantas durante su desarrollo. Todo esto dependerá de la textura ya que los suelos arenosos poseen poros de mayor tamaño, el suelo franco tiene poros medianos y suelos arcillosos poros pequeños. (Cadena Navarro , Hablemos de riego, 2012)

2.3.7 Factores de cultivo

Estos factores dependerán de parámetros como tipo de cultivo, variedad y su etapa de desarrollo, para poder generar un análisis de manera adecuado durante el proceso de evaluación así también como el área en que se desarrolla en cultivo y su manejo. Estos parámetros nos permiten adquirir información importante como por ejemplo plantas que poseen un mayor follaje tiene una mayor transpiración a diferencia de una planta con un menor follaje, al conocer sus condiciones de desarrollo de cada cultivo nos permite determinar el requerimiento de agua que esta necesita.. (Cadena Navarro , Hablemos de riego, 2012)

2.4 La eficiencia del uso del agua en la agricultura

El uso eficiente del agua se ha convertido en un factor fundamental que permite afianzar la producción alimentaria y permitir el ingreso económico de muchas familias vinculadas a actividades que se desempeñan en el sector agrícola. En otras palabras, también se puede decir que la eficiencia del uso de agua es la relación existente entre la biomasa existente en el cultivo por unidad de agua utilizada.

$$Ef\ Agua = \frac{produccion\ (kg)}{Agua\ utilizada\ (m^3)}$$

Dentro del recurso hídrico la productividad del agua se lo considera como un indicador esencial ya que se puede calcular el valor económico del agua de riego empleada en la mayoría de las áreas del campo. (Salazar-Moreno, Rojano-Aguilar, & López-Cruz, 2015)

Para cualquier actividad en la que intervenga el ciclo de uso del agua se debe tomar cinco parámetros que son: el uso bruto del agua, el influjo, la recirculación, la descarga y el consumo de agua, estos parámetros varían de acuerdo a las distintas actividades socioeconómicas que disponen de este recurso, y también lo utilizan como indicador para la eficiencia en el uso del agua, en una análisis económico el agua a lo largo de los años ha pertenecido a “recursos de propiedad común” por lo que su precio es muy bajo y es accesible para todos, lo que genera que su utilización y consumo pasen desapercibidas sin tomarse en cuenta la conservación de este recurso. (Tate, 2017)

2.4.1 Eficiencia de aplicación

La eficiencia de aplicación va a depender del método de riego y de los factores climáticos, especialmente del viento. El sistema de riego es una infraestructura hidráulica que provee de agua para una determinada área de cultivo. La eficiencia de aplicación se encuentra

relacionado entre la cantidad de agua requerida por el cultivo y la cantidad de agua aplicada. Esto permitirá determinar la demanda de agua que requiere cada uno de los sistemas productivos. (Alberto, Nuñez & Hurtado Mena, 2015)

Los métodos de aplicación son:

a) Riego por aspersión

Consiste en poder entregar el agua a un cultivo o a una área determinada en forma de lluvia, esta debido a que es simulada pero puede ser controlada tanto en la aplicación como en la determinación de tiempo, en la intensidad en que esta se genera y también en la frecuencia debido a que el flujo de agua sale en forma de chorro bajo presión de un dispositivo giratorio como son los aspersores. (Cadena Navarro , Hablemos de riego, 2012)

b) Riego por goteo

El riego por goteo tiene como objetivo dar una pequeña cantidad de agua exacta mediante gotas, que ha perdido la planta estableciendo un sistema de humedecimiento limitado del suelo. Esta relación que se genera entre el suelo, agua y planta genera que el agua vaya directamente a la raíz permitiendo un mejor aprovechamiento del agua y de una forma directamente proporcional a un mayor rendimiento del cultivo. (Cadena Navarro, Hablemos de riego, 2012)

El agua es un recurso que cada día es más escaso y mucho más el agua que posee una mejor calidad por lo que es de suma importancia buscar formas de preservar este recurso por lo que en la actualidad los turnos de riego ya no se disponen a la necesidad de los cultivos sino se adaptan a la disponibilidad de este recurso tan valioso como es el agua. (Cadena Navarro, Hablemos de riego, 2012)

Para determinar la eficiencia de aplicación de riego se necesita conocer la cantidad de agua útil que queda en el suelo después de haber usado el equipo de aspersión y de goteo en relación al agua total que se aplicó durante todo el proceso de riego.

Tabla 2.

Eficiencia de aplicación

Método de riego	Rango de eficiencia de aplicación	
	(%)	
	Presurizado	
Riego por aspersión	50-80	
Riego por micro jet	60-90	
Riego por goteo	65-95	

Fuente: (Alberto, Nuñez & Hurtado Mena, 2015)

2.4.2 Métodos de evaluación de eficiencia de aplicación

- Hidrometría

Pertenece a una parte importante de la Hidráulica, esta se encarga de medir, analizar, registrar o calcular volúmenes de agua que se encuentran circulando en secciones transversales por unidad de tiempo. Esta medición nos permite determinar el caudal de agua permitiendo establecer resultados necesarios que contribuyen con un manejo correcto del control sobre el uso del agua y su distribución, estas mediciones se dan a través de distintos instrumentos de medición. En canales abiertos existen el método volumétrico, vertederos, canal parshall y método hidráulico. (Lux Monroy, 2010)

2.4.2.1 Método volumétrico

Este método permite medir caudales pequeños de agua, su procedimiento consiste en determinar el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = \frac{V}{t}$$

- Q = caudal
- V = volumen del recipiente, su unidad es en litros
- t = tiempo sus unidades de medición son los segundos (Climático, 2017)

Otro método de medición que nos sirve dentro de los sistemas de riego por aspersión es la pluviometría. Dentro de la hidrología es fundamental medir el valor exacto de las precipitaciones por lo que se debe tomar en cuenta el desplazamiento, la forma y la exposición del pluviómetro, efectos del viento permitiendo tomar medidas para impedir la pérdida por evaporación.

2.4.2.2 Pluviometría

La medición que se obtiene del pluviómetro como resultado de la lluvia recogida (simulación de aspersores) se determina mediante dos métodos: uno es por medio de una probeta graduada que está hecha de un material resistente y transparente, con un reducido coeficiente de dilatación y este debe llevar claramente las dimensiones las cuales deben estar en mm y deseamos tener un valor exacto esta debe tener un margen de error de $\pm 0,05$ y el otro es por medio de una varilla graduada para mediciones del nivel. (Mundia, 1983)

2.5 Contaminación del agua a partir de los sistemas productivos

La calidad del agua es un factor fundamental en el medio hídrico, ya sea desde un enfoque ambiental, como desde la perspectiva de la gestión y de la planificación hidrológica, esta calidad puede llegar a modificarse ya sea por factores naturales o externos, cuando el agua llega a

modificar su calidad debido a factores externos ajenos al ciclo hidrológico se habla de una contaminación. (Jaume Matas , 2000)

La alta demanda de agua en el consumo para el uso humano, doméstico, agropecuario e industrial, genera la necesidad de grandes cantidades de agua para la producción de su producto. Actualmente el desperdicio de agua llega a alcanzar más del 40%, sin tomar en cuenta que después de realizar el proceso de producción y finalización esta tendrá un porcentaje mayor de agua descargada (agua contaminada), la falta de conciencia, y el poco interés en el tratamiento de las aguas residuales, manejo, uso y consumo generan un alto índice de contaminación de este recurso. (ENCA, 2016)

2.5.1 Parámetros

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO),
- Potencial de Hidrogeno (pH),
- Conductividad
- Nitratos y Nitritos
- Fosforo

2.6 Eficiencia mediante la huella hídrica

2.6.1 Huella hídrica (HH)

Es el volumen de agua que se requiere para la producción de un bien o un servicio, esta definición se dio a partir del análisis de “importación” de un producto que puede poseer altos requerimientos hídricos por lo que se basa en dos factores. El primer factor implica la información proporcionada del requerimiento permitiéndonos verificar la cantidad de agua que esta requiere al momento producir la cantidad de un determinado producto y el segundo factor

hace relación a la comercialización permitiendo revisar la información de los flujos del agua virtual entre las diferentes regiones (Sánchez, 2022).

La información obtenida mediante las bases de datos existentes solo presenta información de áreas limitadas como son sectores domésticos, industriales y agrícolas lo que limita la evaluación de la demanda de agua en una región para que de esta manera se pueda generar la extracción de agua por diferentes sectores económicos por lo que para medir el volumen total de agua que utiliza una población en una determinada región o lugar se desarrolló el índice “huella hídrica”. (TOLÓN BECERRA, LASTRA BRAVO, & FERNÁNDEZ MEMBRIVE, 2013)

Inicialmente la HH fue establecida como una herramienta para poder estimar el contenido de agua que se encuentra en un bien o en un servicio ya sea para un individuo o un grupo en un área específica, actualmente esta se la utiliza como una metodología que permite promover y apoyar al uso sostenible de lo que es el recurso hídrico mediante la obtención de información transparente y completa sobre lo que es el consumo de agua y la contaminación en relación a su disponibilidad. Lo que permite evaluar la cantidad de agua consumida por bien o servicio y esté basada en la evaluación del ciclo de vida, así también evaluar el grado de sostenibilidad de los territorios que se involucran de forma directa al proveer de este recurso hídrico, con el objetivo de generar estrategias eficientes y que se apeguen a la realidad en que vive la población. (Zárate Torres & Fernández Poulussen, 2017)

La huella hídrica se encuentra compuesta por el uso directo e indirecto del agua dentro de lo que es el uso directo sus componentes son la huella hídrica azul, verde y gris.

2.6.2 Huella Azul

También denominado como “agua azul” es considerado como un indicador de uso consecutivo, en otras palabras es el agua dulce, superficial o subterránea, esta puede referirse a

cuatro tipos de casos que son: el agua que se evapora, la que se incorpora al producto, la que no regresa a la misma zona de captación y finalmente la que no regresa en el mismo periodo. La huella hídrica azul se encarga de medir la cantidad de agua disponible en un tiempo establecido.

Esta huella se calcula de la siguiente manera:

HHazul =

*evaporacion de agua azul + incorporacion de agua azul +
flujo de retorno perdido (Volumen / tiempo)*

Dónde:

- Evaporación de agua azul = es la cantidad de agua se evapora durante la fase el ciclo de cultivo (cropwat)
- Incorporación de agua azul = es la cantidad de agua proveniente de una fuente natura (lluvia) por lo que se utilizara la precipitación efectiva.
- Flujo de retorno perdido = es el agua que no se encuentra disponible para su uso en la misma zona de captación donde fue recogida. (caudal de las zonas)

La evaluación de esta huella puede ser importante dentro de un proceso ya que existen varias técnicas de captación de agua ya sea para agua de lluvia que permite proporcionar agua potable, para riego y ganado entre otras, sus unidades son el volumen de agua por unidad de tiempo (día, mes o año)

2.6.3 Huella Verde

Se la utiliza como indicador que indica el volumen de agua de lluvia que se genera durante el proceso de producción, esta huella es de suma importancia en productos agrícolas y forestales y se calcula de la siguiente manera

HHverde = evaporacion de agua verde + incorporacion de agua verde

Donde:

- Evaporación de agua verde= la cantidad de agua evaporada que registra la evapotranspiración en los cultivos
- Incorporación de agua verde = es la cantidad de agua lluvia total que adsorbe el cultivo sin generar escorrentías.

2.6.4 Huella Gris

Esta huella se da en una etapa del proceso en la que indica el grado de contaminación que se genera del agua dulce que está asociada durante la etapa del proceso por lo que se la puede definir como el volumen de agua dulce que necesita para poder asimilar la carga de contaminantes por lo que se calcula de la siguiente manera:

$$HHgris = \frac{L}{C_{max} - C_{nat}}$$

Dónde:

HH gris: Huella gris

L: Carga de contaminación (litros) el agua donde se puede realizar la disolución al momento de la descarga

Cmax: concentración máxima permitida (norma de calidad ambiental)

Cnat: Concentración natural en la masa de agua receptora

En otras palabras se calcula dividiendo la carga de contaminación entre la diferencia entre la norma de calidad ambiental del agua de ese contaminante y su concentración natural en la masa de agua receptora. (Hoekstra, Chapagain, & Aldaya, 2011)

2.6.5 Cropwat

Para poder cuantificar una de las diferentes variables de la huella hídrica se necesitará la ayuda de programas como CROPWAT Y CLIMWAT de la FAO. El CROPWAT permite la

cuantificación de la Huella verde ya que nos ayuda a determinar el volumen de agua evapotranspirada por los cultivos en distintos lugares, los datos de entrada serán sobre el clima, incluyendo variables como la temperatura mínima, máxima, humedad, precipitación entre otros. En caso de no tener los datos de las estaciones locales se podrá aplicar el programa de CLIMWAT que es una base de datos desarrollada por la FAO que contiene los datos de precipitación, temperatura media, etc.

Cropwat es una herramienta utilizada para la estimación y cálculo con respecto a la evapotranspiración mediante el método de Penman-Monteith, actualmente cuenta con un amplio uso en trabajos científicos que se encuentran relacionado con el uso del agua ya que parte de su información está estrechamente relacionada con la utilización de la información que brindan las estaciones climatológicas del país (ciudades, 2018)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Población y Muestra

3.1.1 Población

La comunidad de Pesillo ubicada en el cantón Cayambe, parroquia Olmedo cuenta con una población de 6772 habitantes de los cuales el 46,69% representa a hombres y el 53,31% a mujeres en una área de 3021,11 ha, actualmente cuenta con el 50% en pastos, esto representar alrededor de 1510,2 ha, huertos agroecológicos con 151,02 ha, 16,5 ha de florícolas que se han ido implementando en los últimos años, y 1343,28 ha en otras actividades que se realizan en la zona. Existen alrededor de 2000 ha con sistema de riego (Pumamaqui) totalmente funcional, que beneficia a 280 personas (PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA OLMEDO, 2020)

3.1.2 Muestra

Para nuestro estudio se tomaron 5 unidades productivas de rosas, 5 de pastos y 5 sistemas de producción dedicadas a la agroecología:

Tabla 3.

Base de datos huertos agroecológicos

N	Nombre	Sector	Cota	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	Manuel Calcan	Saguan	4249	825438	0017384
2	Juan Pillajo	El Molino	4249	82766	0015830
3	Rafael Anthonio	Hospital	4249	825774	0018183
	Catucuamba	Pucara			

4	Segundo Elías Colcha	El Molino	3160	826672	0016644
5	Alejandro Colimba	Santa Rosa de Pucara	3366	825630	0019660

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Tabla 4.

Base de datos leche

N	Nombre	Sector	Cota	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	Celso Andrango	El Molino	3142	827157	0015979
2	Rafael Catucuamba	Hospital Pucara	3016	825368	0018166
3	Nelly Echeverria	Santa Rosa de Pucara	3096	825137	0018757
4	Carlos Enrique Lechón	El Molino	3451	826843	0016180
5	Alejandro Colimba	Santa Rosa de Pucara	3366	825630	0019660

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Tabla 5.*Base de datos Rosas*

N	Nombre	Nombre de la Empresa	Sector	Cota	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	Rufino Pulamarin	Proyecto familiar	El Molino	3158	827416	0016010
2	Liliana Guatemal	Liliana	El Molino	3141	826988	0015886
3	Jorge Moreno	Luna Flowers	Santa Rosa	3690	824658	0019718
4	Segundo Inocencio Catucuamba	Nellys Garden	Pimllo	3096	825137	0018757
5	Diego	Famosa				

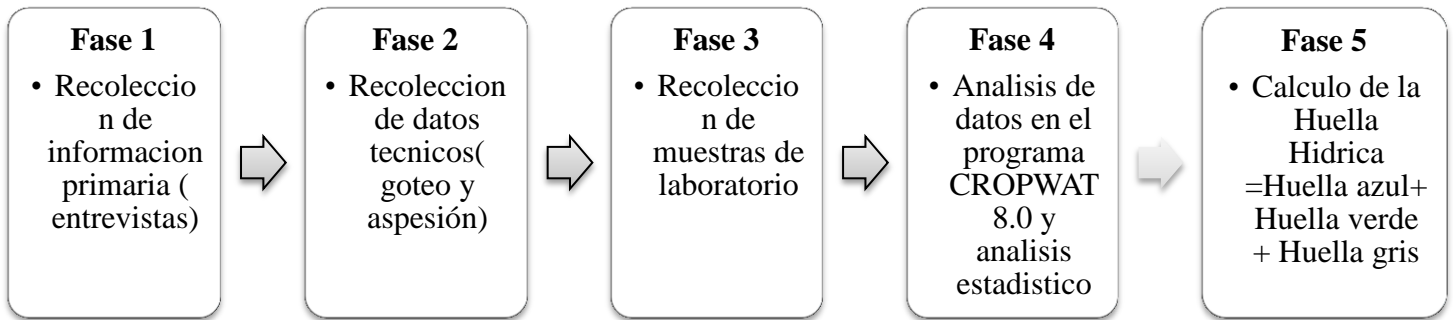
Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

3.2 Diseño de la investigación

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó en 4 fases, en las cuales se considera, i. elaboración de las herramientas de colecta de datos (información primaria), ii. Recolección de los datos, procesamiento, análisis y sistematización de los datos técnicos, iii recolección de muestras de laboratorio iv análisis de datos en el programa CROPWAT 8.0 y análisis estadístico (Ilustración 3).

Figura 3.

Fases de la investigación



Fuente: Guato y Sánchez 2022

3.3 Variables

3.3.1 Variables Independientes

- ✓ Huella azul
- ✓ Huella verde
- ✓ Huella gris

3.3.2 Variables Dependientes

- ✓ DBO
- ✓ DQO
- ✓ Conductividad
- ✓ pH
- ✓ Nitratos
- ✓ Nitritos
- ✓ Fosforo Total

3.4 Fase Uno

Primero se realizó una identificación de los tres sistemas productivos de la comunidad, para lo cual nos ayudamos de un mapa, después se realizó la selección de las muestras distribuidas en

toda la comunidad de pesillo, se realizaron visitas de campo para realizar las respectivas entrevistas con los dueños o encargados de las unidades productivas los cultivos, en la encuesta se trató sobre las características, costos y usos de químicos en los diferentes cultivos.

3.5 Fase Dos

En esta fase se realizaron visitas de campo a cada una de las muestras seleccionadas, para lo cual se realizaron fichas técnicas para la toma de datos para esto se usó el método pluviométrico para los tres tipos de cultivos, así como también se realizaron entrevistas para saber el manejo del cultivo.

3.6 Fase Tres

Para la recolección de muestras, se toma en envases de 1L, para esto se realizó un tripe lavado buscando la fuente de salida de agua de donde se realizó la fase dos, se llevaron las muestras etiquetadas en el cooler para realizar el ingreso al laboratorio, para los análisis se tomaron en cuenta 7 parámetros donde se usaron diferentes métodos para cada uno de ellos, para todas las muestras primero se realizó una homogenización de agua, y si era necesario una filtración para que existan menos sólidos suspendidos y los resultados salgan con una mayor precisión. Para el pH se usó el método potencio métrico donde se usó el instrumento HANNA HI2210, para la conductividad se usos una método directo con el instrumento ULTRAMETER 6P, para el DBO se usó un microprocesador (sensor) donde también se usó hidróxido de sodio y la incubadora para dejar pasar los 5 días, para el análisis de DQO se usó los instrumentos HANNA con la metodología de los viales con una solución de permanganato de potasio y con ayuda de una plancha de calor ayuda a que se realice toda la reacción para los resultados, se usó un espectrofotómetro con una longitud de onda de 660nm, para los nitritos y nitratos se usaron pruebas de nitrato de la marca supelco y de igual forma se leyeron los resultados en el

espectrofotómetro con una longitud de onda de 470nm y para los Fosforo Total se usó una solución de madre de sulfomolidinica y de igual forma se usó el espectrómetro para leer los resultados a una onda de 660nm (Sánchez, 2018).

3.7 Fase Cuatro

Para el análisis de resultados se empezó investigando datos meteorológicos de tres fuentes, estación meteorológica, estación meteorológica UPS, datos de la NASA y FAO para lo cual usaron las siguientes variables clima, precipitación, cultivo y suelo, se realizaron promedios y se procedió a ingresar los valores en el CROPWAT y se calculó el requerimiento de agua del cultivo, con estos valores se realizó una media en cada una de las fases y se realizó una comparación con los datos obtenidos en campo de los tres sistemas productivos y como resultado nos dará las eficiencias de aplicación. Para el cálculo de Costos y beneficios del uso del agua en los sistemas productivos se tomó en cuenta todos los ingresos gastos operativos y ganancias que realizan los dueños de cada una de las fincas, teniendo en cuenta que para cada sistema productivo serán diferentes valores ya que los materiales a utilizar son diferentes, y de igual forma la periodicidad de mantenimiento, mano de obra y en su gran mayoría el uso de agroquímicos posteriormente se realizó una análisis sobre el uso del agua en cada uno de los sistemas productivos y se efectuó las comparaciones por cada una de las hectáreas y de los m³ de agua que utilizan para el riego mientras que para la calidad de agua se realizó el análisis de los resultados de laboratorio basándonos en las norma.

3.8 Fase Cinco

Para el cálculo de la huella hídrica primero se deberá calcular la huella azul, huella verde y la huella gris por lo que se utilizara datos como el ETc (Evapotranspiración del cultivo), el agua aplicada por cultivo dependiendo del sistema de riego (goteo o aspersión), caudal de la zona

donde se encuentran ubicadas cada una de las fincas, se tomara en cuenta la precipitación efectiva que esté presente durante el ciclo fenológico de cada uno de los cultivos

Porcentajes de agua contaminada por cada uno de los sistemas productivos de diferentes fuentes bibliográficas. Después de realizar estos tres cálculos se sumara para así obtener la huella hídrica de cada uno de los sistemas de producción, debemos tener en cuenta que para todos los cálculos se usó el ciclo fenológico desde que se siembra hasta que se cosecha en huertos agroecológicos, en pastos hasta el primer corte y en rosas desde que se realiza el corte (se injerta la variedad en el patrón, después se realiza el corte para que las yemas se conviertan en nuevos tallos) hasta que sale la flor, se tomara en cuenta el cálculo por hectárea.

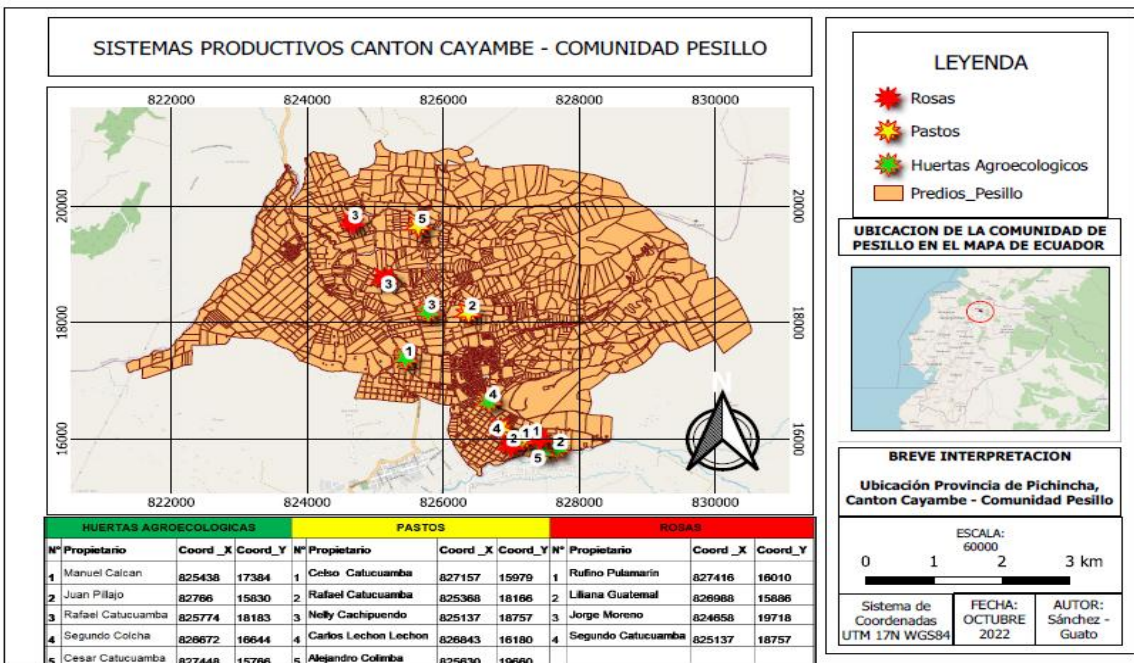
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sistemas de producción y necesidades hídricas

4.1.1 Caracterización los sistemas de producción

La comunidad de Pesillo está constituida por 3237,11 ha de lo cual se divide en diversos cultivos en su mayoría el 50% representa a pastos esto es 1618,55 ha, el 0,55% representa a florícolas lo cual representa 16,5 ha, el 5% huertos agroecológicos lo cual representa 258,78 ha, mientas que el 44,45% representan a construcciones varias. En nuestro estudio se tomó una muestra de 5 cultivos de pasto que tienen un promedio de 18, 1 ha. 5 cultivos de rosas que tienen un promedio de 8,23 ha y 5 cultivos de huertos agroecológicos que tienen un promedio de 8,78 ha ubicados en diferentes sectores de todo Pesillo (Ilustración 4).

Figura 4. Georreferenciación Sistemas Productivos



Fuente: Guato y Sánchez

4.1.2 Pastos

En las entrevistas realizadas a cada una de fincas se analizó datos básicos del propietario o titular del predio referente a su nivel de educación, profesión, estatus de la finca, años de la actividad entre otras (Tabla 6).

Tabla 6.

Datos Generales Pastos

Datos Generales Pastos		
Nivel de educación	Primaria	100%
Profesión	Ganadero	75%
	Agricultor	25%
Estatus de Finca	Dueño	75%
	Arrienda	25%
Años de la actividad	17 años	20%
	25 años	20%
	Toda su vida	60%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

En el análisis de los resultados de los datos generales de pastos se obtuvo la siguiente información de las muestras de 5 Pastos donde todo tiene la primaria completa y se han dedicado a ser ganaderos desde una temprana edad y por tal razón son dueños de sus cultivos.

4.1.2.1 Preparación del suelo

En el análisis sobre la preparación del suelo en los 5 cultivos utilizan el tractor como la herramienta principal de preparación dentro de los fertilizantes utilizan como principal del 10-30-10 por sus componentes químicos que tiene y de abonos orgánicos en su mayoría utilizan la majada o estiércol de vaca que lo esparcen por todo el terreno y en algunos casos esta es lavada. (Tabla 7).

Tabla 7.

Preparación del suelo pastos

Preparación del Suelo	Herramienta	Fertilizantes	Abonos Orgánicos
Pastos	Tractor	10-30-10	Estiércol
		18-46-0	Residuos
		Urea	Orgánicos
		Fertoforrjae	Tierra

Elaborado por: Guato y Sanchez 2022

4.1.2.2 Producción

En la primera producción o en este caso para pastos el primer corte 3 de 5 personas realizan su corte a los 4 meses, todo esto depende de diferentes factores como es el clima, la preparación del terreno y como sea el consumo de las vacas (Tabla 8).

Tabla 8.

Tiempo del primer corte

Tiempo del primer corte	
3 meses	2
4 meses	3

Elaborado por: Guato y Sanchez 2022

4.1.2.3 Meses de mayor producción

En los meses de mayor producción podemos observar que la época de mayor producción es el mes de noviembre y le sigue el mes de octubre y diciembre, dentro de análisis de los meses que tiene mayor precio nos supieron mencionar que la leche siempre está a un precio fijo, por lo que esta se mantiene pero sin embargo en enero, febrero, octubre y noviembre se vería un incremento, mientras que en enero, febrero, abril, marzo agosto y septiembre serían los meses más bajos por diferentes condiciones. (Tabla 9).

Tabla 9.

Meses de mayor producción de Pasto

Meses de mayor producción de pastos												
Época de producción de la												
Leche	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mayor producción								1	1	2	3	2

Menor Producción	1	1	1	1	1	1
Mayor precio	1	1				1 1

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Nota: Los número en las gráficas significan la cantidad de personas encuestadas que realizan sus actividades durante el año.

4.1.2.4 Disponibilidad de agua

En la disponibilidad del agua para pastos, dentro del análisis que se realizó la demanda de agua para los 5 pastos la demanda de agua es suficiente para regarlos, todos funcionan por energía gravitacional y por aspersion de diferentes diámetros y caudales cada uno, tienen un sistema entubado y el agua tienen por turnos cada 8 días en un 60% y este varía entre 1 y dos días de agua. (Tabla 10).

Tabla 10.

Disponibilidad de agua en pastos

Disponibilidad de agua Pastos		
	sistema comunitario	entubado
Fuente		100%
Disponibilidad de agua Pastos	Por turnos	100%
Cuanto tiempo del turno (días)	4 días	20%
	2 días	20%
	1 días	60%

	15 días	20%
Cada que tiempo tiene el turno (días)	8 días	60%
	4 días	20%
Sistema de riego	Aspersión	100%
Energía para el funcionamiento	Gravitacional	100%
Demanda de agua	Si	100%
	No	0%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.2.5 Mano de obra

Para la mano de obra en la mayoría del cultivos de pasto no exististe trabajadores de forma permanente ya que no tienen mayor trabajo, quienes realizan todo el manejo de cultivo son los dueños de los mismos y sus familiares que no reciben un sueldo, mientras que los ocasionales son por temporadas en su mayoría es en temporada de siembra. (Tabla 11).

Tabla 11.

Mano de obra

Pastos	Asalariadas	Permanente	Ocasionales
Pastos	9	1	9

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.3 Huertos agroecológicos

Según las encuestas realizadas, el 80% tiene conocimiento de la agricultura por experiencia debido a que vienen realizando esta actividad de 5 a 65 años y el 20% se dedica a la ganadería (Tabla 12).

Tabla 12.

Datos generales Huertos Agroecológicos

Datos Generales Huertos		
Nivel de educación	Primaria	100%
	Ganadero	20%
Profesión	Agricultor	80%
	Años de la actividad	
	5 – 15	80%
	65	20%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.3.1 Preparación del suelo

Para la preparación del suelo dentro de las finca encuestadas se evidencia que su preparación es mediante tractor y herramientas menores (pala, rastrillo, azadón entre otras). También se puede evidenciar que solo el 20 % de las fincas encuestadas no requiere de ningún producto químico para el desarrollo y producción de su huerto agroecológico a diferencia del 80% que requieren la combinación de ambos productos tanto orgánicos como químicos para su desarrollo (Tabla 13).

Tabla 13.

Preparación del suelo Huertos Agroecológicos

Preparación del Suelo	Herramienta	Fertilizantes	Abonos Orgánicos
Huertos agroecológicos	Tractor/herramientas	fertron	abono orgánico
		Anulet	Compost mixto
		10-30-10	Biol
		Uría verde	Abono de cuy insecticidas naturales
Utilización de productos orgánicos y químicos		80%	20%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.3.2 Producción

Mediante las encuestas realizadas en la comunidad de pesillo, Cantón Cayambe se ha podido obtener la siguiente información entre los productos que más se siembra, se encuentra el maíz con un ciclo de desarrollo y producción de hasta 7 meses, la cebolla producto de mayor comercialización con un ciclo de desarrollo que puede ir desde los 36 meses hasta los 12 meses , habas con un ciclo de 6 a 7 meses, melloco con un ciclo de 12 meses, ocas con un ciclo de 7 meses, papas con un ciclo de 6 meses y finalmente trigo con un ciclo de 6 meses (Tabla 14).

Tabla 14.*Producción de Huertos Agroecológicos*

Producción de plantaciones				
Cultivos	Ciclo de la planta (meses)			
	3	6	7	12
Maíz		1	2	
Cebolla	1	1		1
Habas		3	1	
mellocos				1
Ocas			1	
Papas		5		
Trigo		1		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.3.3 Meses de mayor producción

En los meses de mayor producción , se evidencia que los meses más secos para la agricultura se dan a partir de los meses de mayo hasta el meses de septiembre, entras los meses de mayor lluvia se dan entre los meses de octubre hasta abril en la comunidad de pesillo por lo que para sembrar cultivos como el maíz lo realizan en días de julio o en otros casos en días de octubre, para lo que son cultivos de cebolla la mayoría de personas siembran en meses de enero, pero también hay personas que lo hacen en meses de julio y octubre, para el cultivo de habas son en meses desde mayo hasta octubre, para los cultivos de ocas lo realizan ya sea en enero o en junio, para el cultivo de papas no se encentra totalmente definido el meses pero la mayoría de

los agricultores de esta comunidad lo realizan en meses de mayo hasta agosto , y el cultivo de trigo siembran en meses de julio o de octubre (Tabla 15).

Tabla 15.

Meses de mayor producción Huertos Agroecológicos

		Meses de mayor Producción											
Meses		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Meses Más Secos						1	1	3	3	3			
Meses De Mayor Lluvia		1		1	2						1	3	3
	Maíz							2			2		
	Cebolla	2						1			1		
	Habas					1	1	1	1		1		
Meses en	Mellocos						1	1			1		
que Siembra	Ocas	1						1					
	Papas	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
	Trigo							1			1		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Nota: Los número en la gráfica significan la cantidad de personas encuestadas que realizan sus actividades durante el año.

4.1.3.4 Disponibilidad de agua

Los resultados de la disponibilidad de agua en huertas agroecológica han permitido establecer que la disponibilidad de agua se da por turnos con un tiempo de duración de 1 a 2

días, donde el 20% de los encuestados pueden acceder cada 6 días y el 80% puede acceder cada 8 o 15 días, por lo que el 60% afirma que la cantidad de agua no es suficiente para sus cultivos (Tabla 16).

Tabla 16.

Disponibilidad de agua Huertos Agroecológicos

Disponibilidad de agua Huertos		
Fuente	Sistema entubado	100%
Disponibilidad de agua	Por turnos	100%
Cuanto tiempo del turno (días)	2 días	60%
	1 días	40%
	6 días	20%
Cada que tiempo tiene el turno (días)	8 días	40%
	15 días	40%
Sistema de riego	Aspersión	100%
Tiempo que tienen el sistema de riego (años)	1-20años	80%
	20-40años	20%
Demanda de agua	Si	40%
	No	60%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.3.5 Mano de obra

De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas realizadas en la comunidad de pesillo, se ha determinado que la mayoría de personas que se encuentran desarrollando la actividad de

agricultura en sus huertos agroecológicas no son asalariadas ya que en la mayoría de los casos son familiares y su producción no para comercialización sino para consumo familiar (Tabla 17).

Tabla 17.

Mano de obra Huertos Agroecológicos

Mano de obra	Asalariadas	No asalariados	Ocasionales
Huertos	1	10	
Agroecológicos			

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.4 Rosas

En el análisis de los datos generales de la florícola, en su mayoría todos los sistemas lo manejan el gerente de la empresa, en el año 2021 se dio el crecimiento de las mismas por temas de pandemia (Tabla 18).

Tabla 18.

Datos Generales Rosas

Datos generales Rosas		
	Dueño	25%
Estatus de la finca	Gerente	50%
	Otros	25%
Año de iniciación de la Florícola	2019	25%
	2021	75%

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.4.1 Preparación del suelo

Para la preparación de terreno, todo el proceso lo hacen con tractor para poder empezar la siembra, y para sus fertilizantes en su mayoría usando químicos ya que para que exista una buena producción necesita de macro y micro nutrientes desde su plantación hasta su cosecha, esto puedes ir cambiando en componente y cantidades dependiendo de la etapa donde se encuentre el cultivo (Tabla 19).

Tabla 19.

Preparación del suelo Rosas

Preparación del Suelo	Herramienta	Fertilizantes	Abonos Orgánicos
		nitrato de calcio	
		nitrato de potasio	
		nitrato de amonio	
Rosas	Tractor	quelato de hierro	
		malibdatoamonio	
		Sulfato de magnesio	
		quelato de magnesio	
		quelato de zinc	
		quelato de cobre	

ácido bórico

ecurelax

fitorot

turbo

ergodten

violeta

farmaverdor

raizal 400

raismer

humaquel

bitahumus

Fertoforrjae

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.4.2 Producción

Para el tiempo del primer corte de la producción de rosas puede variar entre 100 y 115 días todo esto de igual forma dependerá de las condiciones climáticas, ya que el verano puede salir más temprano mientras que en invierno el cultivo se puede demorar en la producción (Tabla 20).

Tabla 20.

Primera producción de Rosas

Primera producción Rosas

Tiempo del primer corte	
100 días	1
115 días	2
210 días	1

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.4.3 Meses de mayor producción

En los meses de mayor producción por ende su venta es mucho más fácil y existe una alza de precio por la demanda de la mismas, tenemos que el mes de febrero, será el más productivos por motivo de fechas festivas en menor producción y mayor dificultad de ventas, mientras que en los meses con mayor enfermedades será el mes de diciembre por las condiciones climáticas del invierno que se da en la zona (Tabla 21).

Tabla 21.

Meses de mayor producción de Rosas

Meses de producción de Rosas												
Época de producción Rosas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mayor producción	2	4	1		1			1				
Menor Producción						2	4	1	1	1		
Fácil venta	2	4	1									
Mayor precio	2	4										

Mayor dificultad de venta		2	3	1
Meses de enfermedades	1		3	4

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Nota: Los número en la gráfica significan la cantidad de personas encuestadas que realizan sus actividades durante el año.

4.1.4.4 Disponibilidad de agua

La disponibilidad en el cultivo de rosas funciona de una manera diferente ya que en la mayoría de florícolas poseen reservorios, en algunas podemos encontrar el agua por turnos y de forma permanente y de igual forma el agua es suficiente para la producción de rosas (Tabla 22).

Tabla 22.

Disponibilidad de agua Rosas

Disponibilidad de agua Rosas			
Fuente	sistema	entubado	25%
	comunitario		
	Canal comunitario		75%
Disponibilidad de	Por turnos		50%
agua Rosas	Permanente		50%
Sistema de Riego	Goteo manual		75%
	Goteo		25%
	semiautomático		
Energía para el	Gravitacional		25%

funcionamiento	Bomba Combustible	50%
	Bomba Eléctrica	25%
Demanda de agua	Si	100%
	No	

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.1.4.5 Mano de obra

La mano de obra en las encuestas realizadas se pudo analizar que en su mayoría trabajan mujeres, ya que por los químicos utilizados en las plantaciones puedes afectar de manera biológica a los hombres (**Limón Tamés, 2014**)(Tabla 23).

Tabla 23.

Mano de obra en Rosas

Mano de obra	Mujeres	Hombres	Total
Rosas	23	15	38

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.2 Necesidades hídricas

Realizando la comparación entre los tres sistemas productivos, tenemos como resultado que Pastos con un 18,23 mm/ día necesita más agua para satisfacer sus necesidades, seguido por rosas con un 18,08 mm/día y huertos agroecológicos con un 17,93 mm/día (Tabla 24).

Tabla 24.*Necesidades hídricas de rosas, pastos y huertos agroecológicos*

Necesidades Hídricas (mm/día)	
Rosas	18,08
Pastos	18,23
Huertos Agroecológicos	17,93

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.2.1 Eficiencia del uso del agua en Pastos

Para la eficiencia del uso del agua se tomó en cuenta datos climatológicos de la UPS-Inamhi-NASA para el cálculo del Rad y Eto (Tabla 25).

Tabla 25.*Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto*

Clima/Eto							
País	ECUADOR			Estación	UPS-Inamhi-NASA		
Altitud	3600 m		Latitud	0,08°N	Longitud	78,00 °E	
Mes	Temp.Min	Temp.Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	Eto
Unidades	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m2/día	mm/día
Enero	6	17	79	2	5,7	17,6	3,07
Febrero	6	17	83	2	5	17,1	2,26
Marzo	7	17	84	2	4,6	16,7	2,92

Abril	6	17	84	2	4,8	16,5	2,87
Mayo	6	17	83	3	5,5	16,7	2,85
Junio	6	16	82	3	6,4	17,3	2,83
Julio	5	16	74	4	7,3	18,8	3,22
Agosto	5	17	71	4	7,4	19,9	3,58
Septiembre	5	17	75	3	7	20,1	3,46
Octubre	6	18	78	2	5,6	18	3,22
Noviembre	6	18	80	2	5,8	17,8	3,15
Diciembre	6	17	80	2	5,5	17,1	2,97
Promedio	5,8	17	79	2,6	5,9	17,8	3,09

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para el cálculo de la precipitación efectiva se tuvo en cuenta los datos de tres fuentes principales UPS-Inamhi-NASA desde el mes de enero hasta diciembre (Tabla 26).

Tabla 26.

Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva

Estación	UPS-Inamhi-NASA	
	Precipitación	Prec.efec
Enero	61	26,6
Febrero	78	38,4
Marzo	78	38,4
Abril	64	28,4
Mayo	57	24,2

Junio	37	12,2
Julio	20	2
Agosto	24	4,4
Septiembre	29	7,4
Octubre	72	33,6
Noviembre	84	43,2
Diciembre	75	36
Total	679	294,8

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de pasto se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 27).

Tabla 27.

Datos del Cultivo de Pasto

Nombre del Cult.	Pasto	Siembra			Cosecha	
Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total	
Kc	0,40	0,70	1,05	0,85		
Días	15	45	30	20	110	
Prof. Radicular(m)	3			10		
Agotam.critical(fracción)	0,39		0,60	0,80		
F.respuesta rend	0,20	0,41	0,63	0,53	1,77	

Altura de cult.(m)	0,18
--------------------	------

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para determinar los datos de suelo se indago el tipo de suelo que tiene la comunidad de Pesillo, lo que nos permitió tener información respecto a la humedad disponible total, tasa máxima de infiltración, agotamiento inicial del suelo, humedad del suelo inicialmente disponibles y finalmente dependiendo del tipo de cultivo la profundidad radículas máxima (Tabla 28).

Tabla 28.

Datos del suelo pasto, huertos agroecológicos y rosas

Nombre del suelo	FRANCO-ARENOSO	
Humedad de suelo disponible total(CC-PMP)	13,06	mm/metro
Tasa máxima de infiltración de la precipitación	6,56	mm/día
Profundidad radicular máxima	15	cm
Agotamiento inicial de hum. De suelo (% de ADT)	50	%
Humedad de suelo inicialmente disponible	45	mm/metro

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.2.2 Eficiencia del uso del agua en Huertos Agroecológicos

Para la eficiencia del uso del agua se tomó en cuenta datos climatológicos de la UPS-Inamhi-NASA para el cálculo del Rad y Eto (Tabla 29).

Tabla 29.

Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto huertos agroecológicos

Clima/Eto							
País	ECUADOR			Estación	UPS-Inamhi-NASA		
Altitud	3600 m		Latitud	0.08°N	Longitud	78.00 °E	
Mes	Temp.Min	Temp.Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	Eto
Unidades	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m2/día	mm/día
Enero	6	17	79	2	5,7	17,6	3,07
Febrero	6	17	83	2	5	17,1	2,26
Marzo	7	17	84	2	4,6	16,7	2,92
Abril	6	17	84	2	4,8	16,5	2,87
Mayo	6	17	83	3	5,5	16,7	2,85
Junio	6	16	82	3	6,4	17,3	2,83
Julio	5	16	74	4	7,3	18,8	3,22
Agosto	5	17	71	4	7,4	19,9	3,58
Septiembre	5	17	75	3	7	20,1	3,46
Octubre	6	18	78	2	5,6	18	3,22
Noviembre	6	18	80	2	5,8	17,8	3,15

Diciembre	6	17	80	2	5,5	17,1	2,97
Promedio	5,8	17	79	2,6	5,9	17,8	3,09

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para el cálculo de la precipitación efectiva se tuvo en cuenta los datos de tres fuentes principales UPS-Inamhi-NASA desde el mes de enero hasta diciembre (Tabla 30).

Tabla 30.

Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva

Estación	UPS-Inamhi-NASA	
	Precipitación	Prec.efec
Enero	61	26,6
Febrero	78	38,4
Marzo	78	38,4
Abril	64	28,4
Mayo	57	24,2
Junio	37	12,2
Julio	20	2
Agosto	24	4,4
Septiembre	29	7,4
Octubre	72	33,6
Noviembre	84	43,2
Diciembre	75	36

Total	679	294,8
-------	-----	-------

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para poder determinar los resultados de eficiencia en huertos agroecológicos se realizó un análisis por cultivo, tomando en cuenta los principales productos dentro de la producción de 5 fincas.

Para los datos de cultivo de cebolla se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo. (Tabla 31).

Tabla 31.

Datos del cultivo de Cebolla

Nombre del Cult.	Cebolla		Siembra			Cosecha	
	Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total	
Kc		0,1	0,55	1	1		
Días		30	55	55	40	180	
Prof, Radicular(m)		0,15			0,3		
Agotam.,crítico(fracción)		0,15		0,30	0,30		
F.respuesta rend		0,45	0,6	0,63	0,53	1,1	
Altura de cult.(m)				0,3			

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de habas se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo

(Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 32).

Tabla 32.

Datos del cultivo de Habas

Nombre del Cult.	Habas	Siembra			Cosecha	
		Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Etapa						
Kc	0,50	0,83	1,15		1,1	
Días	20	60	70		30	180
Prof. Radicular(m)	0,05				0,3	
Agotam.critical(fracción)	0,25		0,30		0,50	
F.respuesta rend	0,45	0,8	0,8		0,30	1,1
Altura de cult.(m)			0,8			

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de Maíz se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 33).

Tabla 33.

Datos del cultivo de Maíz

Nombre del Cult.	Maíz	Siembra			Cosecha	
		Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Etapa						

Kc	0,30	0,75	1,2	0,35	
Días	35	80	60	35	210
Prof. Radicular(m)	0,1			0,3	
Agotam.critical(fracción)	0,55		0,55	0,80	
F.respuesta rend	0,4	0,4	1,3	0,5	1,25
Altura de cult.(m)			0,3		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de papas se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 34).

Tabla 34.

Datos del cultivo de Papas

Nombre del Cult.	Papas			Cosecha	
	Siembra	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Kc	0,5	0,80	1,15	0,75	
Días	25	60	65	30	180
Prof, Radicular(m)	0,1			0,4	
Agotam.critical(fracción)	0,25		0,30	0,50	
F.respuesta rend	0,45	0,8	0,8	0,3	1,1
Altura de cult.(m)			0,60		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de melloco se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 35).

Tabla 35.

Datos del cultivo de Mellocos

Nombre del Cult.	Mellocos	Siembra			Cosecha	
Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total	
Kc	0,50	1,15	0,75	0,843		
Días	30	50	60	40	180	
Prof. Radicular(m)	0,1			0,3		
Agotam.critical(fracción)	0,25		0,30	0,50		
F.respuesta rend	0,45	0,8	0,8	0,3	1,1	
Altura de cult.(m)			0,43			

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de ocas se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 36).

Tabla 36.*Datos del cultivo de Ocas*

Nombre del Cult.	Ocas	Siembra		Cosecha	
Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Kc	0,30	0,55	0,8	0,3	
Días	30	60	60	30	180
Prof, Radicular(m)	0,1			0,3	
Agotam.crítico(fracción)	0,25		0,50	0,50	
F.respuesta rend	0,45	0,8	0,8	0,3	1,1
Altura de cult.(m)			0,6		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de trigo se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 37).

Tabla 37.*Datos del cultivo de Trigo*

Nombre del Cult.	Trigo	Siembra		Cosecha	
Etapa	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total
Kc	0,3	0,70	1,15	0,30	
Días	20	50	80	60	210

Prof. Radicular(m)	0,1			1	
Agotam.crítico(fracción)	0,39		0,60	0,80	
F.respuesta rend	0,4	0,6	0,8	0,4	1,15
Altura de cult.(m)			1		

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.2.3 Eficiencia del uso del agua en Rosas

Para la eficiencia del uso del agua se tomó en cuenta datos climatológicos de la UPS-Inamhi-NASA para el cálculo del Rad y Eto (Tabla 38).

Tabla 38.

Datos Climatológicos y cálculo de la Rad y Eto

Clima/Eto							
País	ECUADOR			Estación	UPS-Inamhi-NASA		
Altitud	3600 m		Latitud	0.08°N	Longitud	78.00 °E	
Mes	Temp.Min	Temp.Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	Eto
Unidades	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m2/día	mm/día
Enero	6	17	79	2	5,7	17,6	3,07
Febrero	6	17	83	2	5	17,1	2,26
Marzo	7	17	84	2	4,6	16,7	2,92
Abril	6	17	84	2	4,8	16,5	2,87
Mayo	6	17	83	3	5,5	16,7	2,85
Junio	6	16	82	3	6,4	17,3	2,83
Julio	5	16	74	4	7,3	18,8	3,22

Agosto	5	17	71	4	7,4	19,9	3,58
Septiembre	5	17	75	3	7	20,1	3,46
Octubre	6	18	78	2	5,6	18	3,22
Noviembre	6	18	80	2	5,8	17,8	3,15
Diciembre	6	17	80	2	5,5	17,1	2,97
Promedio	5,8	17	79	2,6	5,9	17,8	3,09

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para el cálculo de la precipitación efectiva su valor es 0 ya que se encuentran dentro de un invernadero (Tabla 39).

Tabla 39.

Datos de precipitación y cálculo de la prec efectiva

Estación	UPS-Inamhi-NASA	
	Método Prec.Efec	Fórmula FAO/AGLW
	Precipitación	Prec.efec
Enero	0	0
Febrero	0	0
Marzo	0	0
Abril	0	0
Mayo	0	0
Junio	0	0
Julio	0	0
Agosto	0	0

Septiembre	0	0
Octubre	0	0
Noviembre	0	0
Diciembre	0	0
Total	0	0

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para los datos de cultivo de pasto se realizó una investigación acerca de los ciclos fenológicos, ya que dependiendo de cada una de sus etapas los datos como coeficiente de cultivo (Kc), profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento y la altura máxima varía dependiente del tiempo (Tabla 40).

Tabla 40.

Datos del Cultivo de Rosas

Nombre del Cult.	Pasto		Siembra			Cosecha	
	Etapas	Inicial	Desarrollo	Med	Fin de temporada	Total	
Kc		1,13	1,13	1,65	1,65		
Días		12	18	30	35	95	
Prof. Radicular(m)		0,10		0,50			
Agotam,crítico(fracción)		0,45		0,35	0,35		
F.respuesta rend		1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Altura de cult.(m)				0,60			

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.2.4 Eficiencia del uso del agua en la producción agropecuaria

Para el uso eficiente del agua en cada uno de los sistemas de producción, se usó la fórmula de la eficiencia del agua a nivel de parcela esto nos ayudara a garantizar la producción de cada uno de los sistemas y como resultado tendremos en % la eficiencia de cada uno de los cultivos, (Salazar Moreno, Rojano Aguilar, & López Cruz, 2014)

$$Eap = \frac{NH}{Ag.aplicada}$$

NH: necesidades hídricas

Ag, aplicada: agua aplicada en el cultivo

4.2.4.1 Eficiencia a nivel de parcela pastos

La eficiencia del agua en pastos se debe tener en cuenta varios parámetros para su buen funcionamiento ya que el equilibrio entre el agua y la pastura será primordial para la producción de leche (Tabla 41).

Tabla 41.

Eficiencia a nivel de parcela Pastos

Eficiencia A nivel de parcela	
Nombre	Eap %
Celso Andrango	20,72
Anthony Catucuamba	34,58
Nelly Echeverria	95,07
Carlos Lechón	64,68
Alejandro Colimba	68,72
PROMEDIO FINAL	56,75

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Dentro de nuestro estudio tenemos que la eficiencia de los pastos es de 56,75 % esto significa que el sistema de riego es el óptimo ya que se encuentra dentro del rango establecido en la tabla 2.

4.2.4.2 Eficiencia a nivel de parcela de huertos agroecológicos

Los valores que se obtuvieron a partir del CROPWAT y las necesidades hídricas de las 5 fincas que se escogieron como muestra para el análisis de huertos agroecológicos (Tabla 42).

Tabla 42.

Resultado de eficiencia en huertos agroecológicos a nivel de parcela

Eficiencia de aplicación a nivel de parcela							
Propietario	Habas	Cebolla	Maíz	Papas	Mellocos	Oca	Trigo
Manuel Calcan	71,67			80,8	76,06		
Juan Pillajo			21,85	28,23			
Rafael Anthonio Catucuamba	7,33	6,85		8,27			
Segundo Elías Colcha	13,62	12,72	11,89	15,36			12,92
Cesar Humberto	93,6	87,42	81,68	105,5 2		68,43	
Promedio	46,56	35,66	38,47	47,64	76,06	68,43	12,92
						Eap	46,53

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Se puede observar que la eficiencia del agua a nivel parcela en huertos es de 46,53% lo que indica que su eficiencia no se encuentra dentro de los rangos establecidos en la tabla 2, reflejando que tiene inconvenientes durante la aplicación del riego.

4.2.4.3 Eficiencia a nivel de parcela de rosas

Los valores que se obtuvieron a partir del CROPWAT y las necesidades hídricas de las 4 fincas que se escogieron como muestra para el análisis vemos que en la eficiencia del agua a nivel de parcela todas son superiores al 70% en el periodo de desarrollo y fin del cultivo (Tabla 43).

Tabla 43.

Eficiencia a nivel de parcela de rosas

Eficiencia a nivel de parcela	
Nombre	Eap
Rufino	69,08
Pulamarin	
Liliana Guatemal	71,82
Jorge Moreno	74,46
Segundo	77,95
Catucuamba	
Promedio	73,37

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Se debe tener en cuenta que la mayoría de florícolas tienen invernaderos donde se crea micro climas para las mismas, por lo que la evaporación del agua será mayor en nuestro caso el sistema de riego para las rosas es eficiente en un 73,37% ya que se encuentra dentro del rango establecido como se muestra en la tabla 2.

4.2.5 Comparación de la eficiencia del agua a nivel de parcela para la producción agropecuaria

De acuerdo al análisis de los resultados anteriores se realizó una comparación con cada una de las eficiencias, para determinar cuál de los tres sistemas de producción tiene mayor porcentaje (Tabla 44).

Tabla 44.

Comparacion de la eficiencia del agua aplicada a nivel de parcela

Eficiencia del agua aplicada (%)	
Rosas	73,37
Pastos	56,75
Huertos Agroecológicos	46,53

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Realizando la comparación entre los tres sistemas productivos podemos determinar que Rosas es el principal sistema productivo que tiene mayor porcentaje de eficiencia del agua a nivel de parcela con un 73, 30 % este resultado se dio por lo diferentes factores que tienen las rosas dentro del invernado como el riego programado tanto en invierno como en verano ya que se crea un microclima. Para pasto nos dio un resultado de 61,5% esto quiere decir que el sistema de riego esta funcional por lo que pueden existir mejoras para que la eficiencia suba teniendo en

cuenta los tiempos de riego, los factores climáticos y en una gran parte el estado de mangueras, aspersores y uniones para que no exista un desperdicio de agua. Para Huertos Agroecológicos tenemos un 46,53% aquí se puede decir que el sistema necesita una mejor manejo para que funcione de manera correcta ya que la aplicación del agua en los tiempos establecidos está sobrepasando lo que necesitan distintos tipos de cultivos, aquí también debemos tomar en cuenta que los huertos agroecológicos se encuentran junto a pastos, por lo que también puede ser un problema, de igual forma para tener una mejor eficiencia se tendría que ver el estado de todos los implementos para regar y realizar un estudio de riego para que sea más eficiente.

4.3 Costos y beneficios del uso del agua en los sistemas productivos

4.3.1 Costos de inversión y costos de producción

Para realizar el análisis del costo de inversión y costos de producción, se efectuó entrevistas, de esta manera se recolecto información referente a la inversión que realizaron al inicio del desarrollo de cada sistema tomando en cuenta la construcción de ciertas infraestructuras y la adquisición de productos y maquinaria como son: en el caso de huertos la adquisición de semillas de diferentes hortalizas; en el caso de pastos la utilización de fertilizantes, compra de ganada ; y en el caso de rosas la construcción de invernaderos entre otros. Dándonos a conocer el monto total de su inversión al inicio; de igual manera para costos de producción se analizó factores como el talento humano, materiales e insumos que necesitan para el desarrollo del producto de comercialización, servicios básicos, mantenimiento tanto de la infraestructura como de los equipos entre otros y finalmente se analizó el ingreso que este genera al momento de su comercialización. (Tabla 45).

Tabla 45.

Datos de costos de inversión y costo de producción por sistema productivo

Sistemas productivos	Costo de inversión \$/ha	Costo de operación \$/ha
Huertos	1447,74	436,53
Pastos	5291,47	876,89
Rosas	248445,50	155825,11

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

De acuerdo al análisis efectuado se puede observar que uno de los sistemas productivos que requiere de mayor costo de inversión y costo de operación es la implementación y desarrollo de las rosas, ya que este sistema requiere de infraestructura específica como invernaderos y un sistema de goteo especializado así como también los cuidados en el transcurso de la producción de la rosa, mientras que en huertos agroecológicos y pastos tienen un costo de inversión y un costo de operación menor por qué no requiere de una infraestructura específica y su sistema de riego es más tradicional y en muchos de los casos usando herramientas menores.

4.3.2 Beneficios de producción

Para el análisis de beneficios de producción se determinó la utilidad que genera cada uno de los sistemas de producción, tomando en cuenta el ingreso menos el costo de operación que se genera al año (Tabla 46).

$$U = I - Co$$

Dónde:

U= Utilidad

I= Ingreso

Co=Costo de operación

Tabla 46.

Ganancia por utilidad/ha

Sistema	Ha	Año	Mes
productivo		Utilidad \$/ha	Utilidad \$/ha
Huertos	1,05	1011,21	84,27
Pastos	3,49	4414,58	367,88
Rosas	1,055	92620,39	7718,37

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para el análisis de los beneficios de producción en los tres sistemas productivos se ha realizado una relación entre el hectareaje y la utilidad generada por cada sistema productivo dándonos como resultado que la utilidad mayor se lleva rosas con un 92% ya que al mes tiene un ingreso de \$92620,39 USD/ha al año, para pastos tiene una utilidad del 6,19% con una utilidad de \$ 4414,58 USD/ha al año y finalmente huertos agroecológicos tiene una utilidad del 1,81% con un ingreso de \$1011,21 USD/ha al año.

4.3.3 Relación volumen de agua (m³) e ingresos

Para el análisis del caudal de los tres sistemas productivos se tuvo en cuenta las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos, así como también los días y veces de riego dependiendo de las hectáreas que tienen cada sistema productivo. (Tabla 47).

Tabla 47.*Datos generales para el caudal*

Sistemas productivos	Hectáreas	Días de riego (d)	NH (mm/d)	Mm/ha	m³/ha	Veces de riego al año	Caudal (m³/año/ha)
Huertos	1,05	8,4	17,93	18,81	188,10	43,45	8,173,49
Pastos	3,49	8,6	18,23	63,67	636,66	42,44	27021,10
Rosas	2,27	8,5	18,08	41,05	410,52	43	17628,13

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Para la relación en m³ e ingresos se debe tomar en cuenta el caudal existente en cada uno de ellos, así como también la utilidad por hectárea que tienen, con estos dos datos se pudo observar que el ingreso mayor es en rosas ya que en un metro cubico tenemos un ingreso de utilidad de \$7,5 USD mientras que para pastos y huertos se obtuvo 0,41 ctvs. y 0,40 ctvs. por metro cubico respectivamente, (Tabla 48).

Tabla 48.*Utilidad por m³*

Sistema Productivo	Utilidad/Ha	Caudal (m³/año/ha)	Utilidad/m³
Huertos	3263,36	8173,49	0,40

Pastos	11126,70	27021,10	0,41
Rosas	165397,63	22055,17	7,50

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

4.4 La huella hídrica en los tres sistemas productivos

4.4.1 Calidad de agua

La calidad del agua en los sistemas de producción es uno de los temas principales y fundamentales para el buen funcionamiento de los mismos, ya que con esto se determinará las características físicas, químicas y biológicas que tiene el agua, para realizar los análisis nos basaremos en los criterios de la calidad de aguas de uso agrícola o de riego ya que esta agua es aplicada para el riego de los cultivos y actividades extras que se realizan en el campo. Dentro de estos parámetros está prohibido el uso de aguas servidas que no hayan tenido un tratamiento previo para su uso. (Ley de Gestión ambiental y reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental , 2002)

4.4.1.1 Parámetros físico-químicos huertos agroecológicos

Para el análisis de los parámetros físico- químicos se tomó una muestra de agua por cada finca en los que se determinó parámetro como: pH, conductividad, DQO, DBO, Fosforo Total, NO3 (Tabla 49).

Tabla 49.

Parámetros físico-químicos huertos agroecológicos

N	Nombre	pH	Conductividad (mS/cm)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Fosforo Total	NO3 (mg/L)
---	--------	----	--------------------------	---------------	---------------	------------------	---------------

							(mg/L)
1	Elias Colcha	7,13	0,74	0,00	0,00	0,79	2,37
2	Cesar Humberto	7,19	0,91	0,00	0,00	0,35	1,81
3	Juan Pillajo	7,19	0,68	30,00	0,00	0,22	2,56
4	Manuel Calcan	7,48	0,1	103,00	0,00	< 0,10	8,30
5	Rafael Catucuamba	7,18	0,1	32,00	0,00	< 0,10	4,59

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Dentro de los parámetros físico químicos que se analizó en los huertos agroecológicos, para el pH se debe tener un rango normal entre 6,5 y 8,4 por lo que haciendo una comparación con cada uno de los valores analizados en pH es dentro del rango, en la conductividad en la norma tenemos un rango de ninguno 0,7 ligero-moderado 0,7-3,0 y severo >3,0, con nuestros resultados podemos ver que tenemos un grado bajo de conductividad, para DQO nos hemos basado en el parámetro de límite máximo permisible de descarga a un cuerpo de agua dulce que se encuentra en el ANEXO 1 del Libro VI del TULSMA del 30 de Julio del 2015, AM 097-A (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, 2015) donde el valor máximo es de 100 mg/L y DBO 50 mg/, por lo que al realizar el promedio entre DQO 33mg/L, mientras que DBO nos da un promedio de 0 mg/l, realizando la relación entre DBO / DQO nos da un valor de $(33/0)=0$ mg/L por lo que podemos determinar que se encuentra dentro del límite máximo permisible, Fosforo Total se utilizó como base los límites de descarga al sistema de alcantarillado que es 15 mg/L por lo que se puede decir que dentro de nuestras muestras existe una cantidad mínima de Fosforo Total, en el último parámetro se realizara el análisis para nitritos y nitrados donde según la norma tenemos 4 categorías ninguno 5 mg/L,

ligero 5 mg/L, moderado 30 mg/L y severo >30 mg/L y realizando el análisis nuestro valores entrarían 4 en la categoría de ninguno y uno solo en ligero.

4.4.1.2 Parámetros físico-químicos Pastos

Para el análisis de los parámetros físico- químicos se tomó una muestra de agua por cada finca en los que se determinó parámetro como: pH, conductividad, DQO, DBO, Fosforo Total, NO3 (Tabla 50).

Tabla 50.

Tabla Parámetros físico-químicos Pastos

N	Nombre	pH	Conductividad (mS/cm)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Fosforo Total (mg/L)	NO3 (mg/L)
1	Carlos Lechón	7,33	0,69	0,00	0,00	< 0,10	2,93
2	Celso Andrango	6,84	0,68	0,00	0,00	0,35	2,93
3	Rafael Catucuamba	7,59	0,103	26,00	0,00	< 0,10	< 0,02
4	Nelly Echeverria	6,6	0,63	0,00	0,00	< 0,10	4,69
5	Alejandro Colimba	7,16	0,59	0,00	0,00	< 0,10	8,30

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Dentro de los parámetros físico químicos que se analizó en Pastos tomamos cada una de las muestras directamente de los hidrantes que distribuye el agua, estos análisis también nos servirán para saber la calidad de agua que consumen las vacas. Para el pH se debe tener un rango

normal entre 6,5 y 8,4 por lo que haciendo una comparación con cada uno de los valores analizados en pH es dentro del rango, en la conductividad en la norma tenemos un rango de ninguno 0,7 ligero-moderado 0,7-3,0 y severo >3,0, con nuestros resultados podemos ver que tenemos un grado bajo de conductividad en nuestras 5 muestras, para DQO nos hemos basado en el parámetro de límite máximo permisible de descarga a un cuerpo de agua dulce que se encuentra en el ANEXO 1 del Libro VI del TULSMA del 30 de Julio del 2015, AM 097-A (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, 2015) donde el valor máximo es de 100 mg/L y DBO 50 mg/, por lo que al realizar el promedio entre DQO de 5,2mg/L, mientras que DBO nos da un promedio de 0 mg/l, realizando la relación entre DBO / DQO nos da un valor de $(5,2/0)= 0\text{mg/L}$ por lo que podemos determinar que se encuentra dentro del límite máximo permisible, Fosforo Total se utilizó como base los límites de descarga al sistema de alcantarillado que es 15 mg/L por lo que se puede decir que dentro de nuestras muestras existe una cantidad mínima de Fosforo Total, en el último parámetro se realizara el análisis para nitritos y nitrados donde según la norma tenemos 4 categorías ninguno 5 mg/L, ligero 5 mg/L, moderado 30 mg/L y severo >30 mg/L y realizando el análisis nuestro valores entrarían 4 en la categoría de ninguno y uno solo en ligero.

4.4.1.3 Parámetros físico-químicos Rosas

Para el análisis de los parámetros físico- químicos se tomó una muestra de agua por cada finca en los que se determinó parámetro como: pH, conductividad, DQO, DBO, Fosforo Total, NO3 (Tabla 51).

Tabla 51.

Parámetros físico-químicos Rosas

N	Nombre	pH	Conductivida d (mS/cm)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Fosforo Total (mg/L)	NO3 (mg/L)
1	Rufino Pulamarin	7,51	0,71	0,00	0,00	< 0,10	3,11
2	Jorge Moreno	6,98	0,48	0,00	0,00	< 0,10	5,61
3	Segundo Catucuamba	6,6	0,63	0,00	0,00	< 0,10	4,69
4	Diego	8,68	0,76	16,50	0,00	< 0,10	1,72
5	Liliana Guatemal	7,7	0,101	42,50	0,00	< 0,10	2,37

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Dentro de los parámetros físicos químicos que se analizó en las florícolas, debemos tener en cuenta que en un 70% de florícolas tienen reservorios de agua, en nuestro caso para el análisis se recogió directo del hidrante y para que sea aplicada debe pasar por equipos de filtro. Para el pH se debe tener un rango normal entre 6,5 y 8,4 por lo que haciendo una comparación con cada uno de los valores analizados en pH es dentro del rango excepto la muestra 4 que está un poco más

básicas de las demás, en la conductividad en la norma tenemos un rango de ninguno 0,7 ligero-moderado 0,7-3,0 y severo >3,0, con nuestros resultados podemos ver que tenemos un grado bajo de conductividad en nuestras 5 muestras, para DQO nos hemos basado en el parámetro de límite máximo permisible de descarga a un cuerpo de agua dulce que se encuentra en el ANEXO 1 del Libro VI del TULSMA del 30 de Julio del 2015, AM 097-A (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE, 2015) donde el valor máximo es de 100 mg/L y DBO 50 mg/, por lo que al realizar el promedio entre DQO 11,8 mg/L, mientras que DBO nos da un promedio de 0 mg/l, realizando la relación entre DBO / DQO nos da un valor de $(11,8/0)= 0\text{mg/L}$ por lo que podemos determinar que se encuentra dentro del límite máximo permisible, Fosforo Total se utilizó como base los límites de descarga al sistema de alcantarillado que es 15 mg/L por lo que se puede decir que dentro de nuestras muestras existe una cantidad mínima de Fosforo Total, en el último parámetro se realizara el análisis para nitritos y nitrados donde según la norma tenemos 4 categorías ninguno 5 mg/L, ligero 5 mg/L, moderado 30 mg/L y severo >30 mg/L y realizando el análisis nuestros valores de la muestra 1,3,4 y 5 entrarían 4 en la categoría de ninguno, mientras que la muestra 2 estaría dentro de la categoría de ligero.

4.5 Huella Hídrica

4.5.1 Calculo de la Huella azul

Para el cálculo de la huella azul se tomó en cuenta la evapotranspiración del cultivo, el agua aplicada que se obtuvo en cada una de las fichas técnicas y el caudal que tiene cada zona esto va a variar dependiendo de su pendiente. (Tabla 52).

Tabla 52.*Calculo de la huella azul*

Sistemas productivo	Evaporación del agua (mm/ciclo)	Incorporación del agua (mm/ciclo)	Flujo de retorno perdido (L/s)	Total (mm/ciclo)
Pastos	233,11	424,8	4,4	662,31
Huertos agroecológicos	376,72	402,24	1,4	780,16
Rosas	398,27	51,8	4	454,07

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Con los datos analizados se pudo determinar que pastos produce una huella azul de 662,31 m³/ciclo, teniendo en cuenta que su ciclo dura 110 días desde que se siembra hasta su primer corte, seguidos por huertos agroecológicos con un 785,36 m³/ciclo con un ciclo promedio de 180 días esto dependiendo del tipo de cultivo y Rosas 454,07 m³/ciclo con una ciclo de duración de 95 días desde que se realiza el corte hasta que sale la flor, debemos tener en cuenta que los cálculos para cada uno de los sistemas productivos se hizo referencia a una hectárea

4.5.2 Calculo de la Huella verde

Para el cálculo de la huella verde se tomó en cuenta la evapotranspiración de los cultivos y la precipitación efectiva de la zona que se da durante el ciclo de cada cultivo. (Tabla 53).

Tabla 53.*Calculo de la huella verde*

Sistemas productivo	Evaporación de agua verde(mm/ciclo)	Incorporación del agua verde (mm/ciclo)	Total (mm/ciclo)
Pastos	233,11	117,6	350,71
Huertos agroecológicos	376,72	168,8	545,52
Rosas	398,27	0	398,27

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Con los datos analizados se pudo determinar que pastos produce una huella verde de 350,71 m³/ciclo, teniendo en cuenta que su ciclo dura 110 días desde que se siembra hasta su primer corte, seguidos por huertos agroecológicos con un 545,52 m³/ciclo con un ciclo promedio de duración de 180 días esto dependiendo del tipo de cultivo y Rosas 398,27 m³/ciclo con una ciclo de duración de 95 días desde que se realiza el corte hasta que sale la flor, debemos tener en cuenta que los cálculos para cada uno de los sistemas productivos se hizo referencia a una hectárea.

4.5.3 Calculo de la huella gris

Para el cálculo de la huella gris se debe tener en cuenta las concentraciones naturales del agua, así como también de la norma vigente y los litros que se tendrán disponibles para que la descargar se diluya. (Tabla 54).

Tabla 54.*Calculo de la huella gris*

Sistemas productivo	Huella Azul (m³/ciclo)	Huella verde (m³/ciclo)	Total de la huella azul y verde (m³/ciclo)	% de agua Contaminada	Huella Gris (m³/ciclo)
Pastos	6623,1	3507,1	10130,2	200%	20.260,4
Huertos agroecológicos	7801,6	545,52	8347,12	100%	834,712
Rosas	4540,7	398,27	4938,97	300%	14.816,91

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

En este caso el agua analizada es de riego, por lo que la muestra se tomó directamente de hidrante y de acuerdo a norma vigente su calidad de agua es óptima ya que cumple los parámetros y realizando un análisis entre la huella azul y la huella verde se determinó que rosas con un 300% produce una agua contaminada de 14.816,91mm/ciclo, pastos con un 200% de contaminación tiene un valor de 20.160,4 mm/ciclo y al final huertos agroecológicos con un 100% con una agua contaminada de 834,712 mm/ciclo.

4.5.4 Calculo de la huella de la hídrica

La huella hídrica es el resultado de la suma de tres tipos de huellas que son, la azul el agua que se incorpora de forma mecánica, la verde que se incorpora de forma natural y la gris que son los resultados de las descargas de agua después de todo el proceso productivo (Tabla 55).

Tabla 55.

Calculo de la huella hídrica

Sistemas productivo	Huella hídrica (m³/ciclo/ha)
Pastos	10332,804
Huertos agroecológicos	8430,5912
Rosas	5087,1391

Elaborado por: Guato y Sánchez 2022

Con los datos analizados se pudo determinar que pastos produce una huella hídrica de 10332,804 m³/ciclo, teniendo en cuenta que su ciclo dura 110 días desde que se siembra hasta su primer corte, seguidos por huertos agroecológicos con un 8430,5912 m³/ciclo con un ciclo promedio de duración de 180 días esto dependiendo del tipo de cultivo y Rosas 5087,1391 m³/ciclo con una ciclo de duración de 95 días desde que se realiza el corte hasta que sale la flor, debemos tener en cuenta que los cálculos para cada uno de los sistemas productivos se hizo referencia a una hectárea

4.6 Discusión

En la Comunidad de Pesillo donde el 50% se encuentra representado por pastos, el 0,55% florícola, el 5% a huertos agroecológicos donde sus cultivos principales son: cebolla, maíz, trigo, papas, ocas, habas y mellocos y 44,45% representa construcciones varias, la disponibilidad del agua se da mediante un sistema entubado, cual es distribuida mediante turnos que se da cada 8 o 15 días, en el caso de huertos agroecológicos y pastos cuentan con un sistema de riego de

aspersión y en cuanto a rosas se da como sistema de riego manual o semi automático, durante la época de invierno la demanda de agua es normal, mientras que en verano existe un poco de escases. (PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA OLMEDO, 2020)

El agua dulce en los sistemas de producción agropecuaria representa un 70% por lo que las necesidades hídricas han ido cambiando para asegurar que el cultivo reciba la cantidad de agua adecuada para su correcto desarrollo, esto depende de diferentes factores, programas como CROPWAT ayudara al cálculo la evapotranspiración del cultivo (ETc) y datos que se obtendrán a partir de encuestas o entrevistas. (Villalobos Arámbula, García , & Ávila, 2017)

Para aportar agua a los cultivos tenemos diferentes formas, una es por el sistemas de riego ya sea por aspersión o goteo, mientras que la otra es por medio de lluvia, agua subterránea o reservas de agua, por lo que es importante tener un estudio previo antes de realizar el cultivo para así poder determinar con qué frecuencia se realizara el riego esto dependerá de las características del cultivo tomando en cuenta el Coeficiente del cultivo, ciclo fenológico, profundidad radicular, agotamiento crítico, respuesta de rendimiento, altura del cultivo , suelo la humedad del suelo disponible total, tasa máxima de infiltración de la precipitación, profundidad radicular máxima, agotamiento inicial del suelo y la humedad del suelo disponible y las condiciones meteorológicas de la zona como la temperatura máxima y mínima, humedad, precipitación, viento e insolación, de igual forma una investigación para los datos del cultivo donde se tuvo en cuenta las etapas de desarrollo. (InfoAgro , 2017)

El agua es un recurso indispensable para todo el desarrollo que implica la producción que genera un sistemas productivo por lo que Ecuador a nivel de América del Sur es considerado un País con mayor número de fuentes de agua dulce superficiales y subterráneas por lo que el uso

eficiente de agua es un factor fundamental que garantiza la producción alimentaria y fuentes de trabajo dentro de los sistemas productivos la eficiencia de aplicación del agua a nivel de parcela, dentro de la comunidad de Pesillo, rosas es uno de los sistemas más eficientes ya que posee un sistema de distribución de agua más exacto a diferencia de sistemas como pastos y huertos que sus sistemas son más convencionales. (Lopez Cruz , Salazar Moreno, & Rojano Aguilar , 2014)

Dentro del análisis económico de los sistemas de producción en la Comunidad de Pesillo rosas es el que genera mayores ingresos esto debido a las exportaciones de acuerdo a (Zuñiga Junco, 2020) empresas ecuatorianas han logrado consolidar alianzas con países como España, Estados, Rusia, China entre otros por lo que Ecuador es reconocido como un País idóneo para la producción de distintas especies de rosas de alta calidad y uno de sus mercados más fuertes es el mercado Ruso. Por lo que a finales del 2018 se llegó a exportar más 21.837 ton de rosas.

En pastos su economía se basa en los centros de acopio ya que se ha generado una vinculación con los productores, para que los mismos tengan mejores oportunidades al momento de comercializar la leche y sus derivados teniendo en cuenta la calidad en toda su cadena de producción aquí se pueden incluir capacitaciones, charlas, talleres para que puedan dar solución a problemas que se generen dentro de la producción ganadera. (Cola Calderón & Villalba Coyago, 2013)

En huertos agroecológicos su economía es muy diferente a los otros dos sistemas de producción, su comercialización se basa más en aportes que son directamente familiares, ya que la mayoría se enfoca a trabajar en florícolas o en sectores que no sean relacionadas con la agricultura a las afueras de la comunidad. (Requelme, 2013)

Los beneficios de producción dentro de los tres sistemas productivos, tenemos como sistema productivo principal a rosas con una utilidad por hectárea de \$92620,39 USD/ha al año

y la utilidad en m³ es \$7.50 USD/m³. Para pastos tenemos una utilidad por hectárea de \$4414,58 USD/ha al año y la utilidad en m³ es de \$0.41 USD/m³ u para huertas agroecológicas tenemos una utilidad por hectárea de \$ 1011,21 USD/ha al año y la utilidad en m³ es de \$0,40USD/m³, realizando la comparación entre los tres sistemas productivos podemos observar que rosas tienen una utilidad por hectárea alta esto debido a que su comercialización genera un mayor ingreso mientras que en pastos y huertos agroecológicos su comercialización es menor y en algunos de los casos está enfocada al consumo familiar. De acuerdo (Cachipuendo, 2022) con la tecnificación del riego que se ha ido implementando en los últimos años, con nuevas tecnologías que permita la distribución y aplicación del recurso agua para el desarrollo de las unidades productivas, de acuerdo a la reforma agraria cambiaron los métodos de riego de gravedad a aspersión y goteo provocando cambios en la producción y en la eficiencia del uso del agua.

La calidad del agua dentro de los sistemas de producción es uno de los factores primordiales dentro del desarrollo del cultivo, por lo que se analizaron parámetros físicos químicos del agua. Realizando un análisis entre los tres sistemas productivos se puede determinar que el agua de riego de la comunidad de Pesillo es óptima para la utilización de riego, teniendo en cuenta que en cultivos de pastos y huertos agroecológicos se encuentra aplicada de forma directa mientras que para rosas dicha agua se almacena en un reservorio para posteriormente ser aplicada pasa por un sistema de filtros.

La calidad de agua con fines de riego es un sistema con cierta complejidad de acuerdo a su composición química y la función de uso por lo que esta se encuentra regulada por una serie de normas donde regulan las concentraciones permisibles de acuerdo a su diferente uso. (García Hidalgo, 2015)

Determinando la relación entre los sistemas productivos y la huella hídrica como una de las herramientas para saber volumen de agua que se utiliza durante el desarrollo del cultivo, se debe tener en cuenta varios parámetros como el ciclo de cultivo, la precipitación efectiva, la evapotranspiración del cultivo, el agua aplicada. (Castro , Cascante Ocampo, & Moreia , 2017) Sabiendo que la huella azul tiene el porcentaje mayor ya que sus agua requiere de sistemas mecánicos que ayudan a la distribución del agua como aspersion o goteo, seguido por la huella verde que es el agua que la encontramos de forma natural finalmente la huella gris que es el contenido de las descargas después de la realización de una actividad o proceso. Comparando los resultados de (Sánchez Proaño, 2021) sabemos que el agua gris en sistemas florícolas es uno de los más contaminantes ya que en promedio encontramos que se usan 20 agro tóxico no polares y 5 agro tóxicos de compuesto polares dando como resultado una mayor concentración de contaminación en cuencas bajas al momento de realizar las descargas.

De acuerdo (Arenas Jimenez , Correa Torres, & Pineda Vargas , 2020) se pudo determinar que cultivos de plantas cítricos tienen una huella hídrica de 770 Hm³ en el 2012 mientras que los cultivos con mayor cantidad de agua como café, caña, palma de aceite y plátano supera ampliamente la huella hídrica en Colombia.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En la comunidad Pesillo, Parroquia Olmedo del Cantón Cayambe se encontró que el 55,55% está constituido por tres sistemas productivos principales Rosas, Pastos y Huertos agroecológicos que pertenecen al sistema de riego comunitario Pumamaqui., su mano de obra que en su mayoría pertenecen al núcleo familiar y en el caso de las florícolas predominan las mujeres.
- Se concluyó que sistemas productivos como pastos tienen una mayor necesidad hídrica que rosas y huertos agroecológicos, mediante la ayuda del programa CROPWAT y datos de la ficha técnica.
- Dentro de la Comunidad de Pesillo, rosas cuenta con una mayor eficiencia del agua aplica a nivel de parcela , seguido de pastos y finalmente huertos agroecológicos esto depende del manejo del sistema de riego que se esté aplicando.
- De acuerdo con el análisis económico aplicado en los tres sistemas productivos se pudo observar que el mayor costo de inversión y operación se genera en las florícolas, seguido de pastos y huertos agroecológicos, por lo que se determinó que en la ganancia es directamente proporcional a los costos de inversión y operación.
- De acuerdo a la ganancia generada dentro de los sistemas productivos rosas aporta con una utilidad mayor por cada hectárea sembrada, seguido por pastos y finalmente huertos. Mientras que por cada m³ su utilidad en rosas es de \$ 7,5 USD, pastos 0,41 ctvs. y los huertos agroecológicos 0,40 ctvs.
- En la identificación de los contaminantes de los tres sistemas productivos se pudo determinar que el agua de riego es óptima para ser utilizada dentro de cada uno de los sistemas

cumpliendo los límites máximos permisibles que se encuentran establecidos en la norma vigente, teniendo en cuenta que todos los análisis realizados en esta investigación fueron en base al agua captada del hidrante, ya que en el sistema productivo de rosas sus efluentes tienen mayor contaminación a diferencia de pastos y huertos agroecológicos debido al uso de pesticidas.

- Comparando la relación que existe entre los tres sistemas de producción, respecto a su consumo de agua se observa que pastos y huertos generan un mayor impacto a diferencia de sistemas productivos que se encuentran bajo invernaderos como lo son rosas por lo que hace que estos tres sistemas sean inversamente proporcional con respecto a su consumo de agua.

5.2 Recomendaciones

- Se debe realizar un estudio previo a la siembra para poder determinar la eficiencia del riego necesario para los diferentes tipos de cultivos.
- Medir pesticidas al final de todo el proceso productivo para que estas puedan ser tratadas y posteriormente descargadas.
- Realizar el mantenimiento semestral en los equipos del sistema de riego, para así poder evitar fugas de agua durante su utilización.
- Implementar bitácoras con parámetros físicos y químicos en sistemas productivos como pastos y huertos agroecológicos para mejorar su producción.
- Evitar la quema o mal manejo de residuos peligrosos como costales o botellas de productos químicos.
- Implementar planes de manejo de residuos peligrosos como el regreso de los envases de productos químicos a las casas comerciales donde se adquirieron o la entrega a un gestor ambiental.

- Realzar un estudio posterior de agua y suelo que permita identificar posibles contaminantes en las descargas de agua que generan durante el desarrollo de cada uno de los sistemas productivos.
- Para complementar los resultados presentados, se puede realizar el cálculo del agua virtual para saber valores más exactos de cada uno de los sistemas productivos.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Gomez, D. A., & Bedoya Mejia, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Lasalilla de investigación*, 38-42.
- Alberto, Nuñez, L., & Hurtado Mena, E. P. (2015). *Manual del Calculo de Eficiencia para sistemas de riego*. Lima-Peru: TDGEIAR.
- Arenas Jimenez , C. F., Correa Torres, S., & Pineda Vargas , S. M. (2020). Estimación de la huella hídrica en la producción agrícola de lima Thaiti en La Cuenca de Angula, Santander,Colombia. *Investigacion y Ciencia de la Universidad Autonoma de Aguas Calientes*, 52-61.
- Cachipuendo, C. (2022). *The Technification of Irrigation as a Strategy of Community Resilience. Case Study: Pisque River Basin, Ecuador*. Virtual,Online: EditorialSpringer Science and Business Media Deutschland GmbH.
- Cadena Navarro , V. H. (2012). *Hablemos de riego*. IBARRA: GCREADORES GRAFICOS.
- Cadena Navarro, V. H. (2012). *Hablemos de riego*. IBARRA: GCREADORES GRAFICOS.
- CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLOLOCAL SOSTENIBLE. (2018). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO*. Cayambe: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD.
- Castro , C., Cascante Ocampo, R., & Moreia , D. (2017). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA HUELA HIDRICA EN UNA CUENCA HIDROGRAFICA*. San Jose, Costa Rica: Euro Clima-II CA.
- Chile, M., & Ortiz, R. (2020). *Metodos de calculo para estimar la evapotranspiracion de referencia para el valle de tumbaco*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

- ciudades, H. d. (Oct de 2018). *Manual para la evaluacion de la Huella Hidrica* . Obtenido de <https://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>
- Climático, I. P. (2017). *Manual de medicion de caudales* . Guatemala: ICC.
- Cola Calderón, M. C., & Villalba Coyago, C. E. (2013). *Análisis de los niveles de rentabilidad generados durante la experiencia asociativa de los centros de acopio y enfriamiento de leche en las comunidades de Pesillo, Paquiestancia y Santo Domingo I, del cantón Cayambe en el periodo 2004-2011*. Quito: UPS.
- Echavane, M. S. (2007). *Introducción al enfoque de sistemas en agricultura y su aplicación para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles*., Montevideo, Uruguay: Instituto de Agrimensura.
- ENCA. (2016). *ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA*. Quito – Ecuador.
- EXPO FLORES. (2021). *Reporte trimestral mercados de destino*. Ecuador: Expo flores.
- Garcia Hidalgo, Y. (2015). *Calidad de agua con fines de riego* . *Revista digital del Medio Ambiente* , 2-7.
- Gllisiessman, S. R., & Altieri, M. A. (2013). *Las Cañadas dentro de agroecología y permacultura*. Obtenido de <https://bosquedeniebla.com.mx/que-hacemos/agroecologia/agroecologia-definiciones-principios/>
- GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PARROQUIA DE OLMEDO. (2015-2025). *Plan de desarrollo y ordemianto territorial de la parroquia Olmedo/Pesillo*. Olmedo.
- Guerra Bustillos, M. E. (2011). *Trabajo en las empresas florícolas y conservación de los sistemas productivos campesinos*. Quito-Ecuador .

- Hernández, J. R. (2015). ECOLOGÍA POLÍTICA Y ECONOMÍA ECOLÓGICA CONSTRUIDAS A PARTIR DE LA CULTURA RURAL. *REICE*, 13 - 33.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., & Aldaya, M. (2011). *Manual de medición de la huella hídrica*. Genova - Madrid: AENOR.
- InfoAgro . (2017). Necesidad de agua de riego . *Info agro* , 10-15.
- Jaume Matas , P. (2000). *Libro blanco del agua en España*. Madrid: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.
- Juncosa, R. (2005). *Hidrología I*. España: Santiago de Compostela.
- Leff, E. (2006). *La ecología política en América Latina. Un campo en construcción*. Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Ley de Gestión ambiental y reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental . (2002). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA*. Quito.
- Limón Tamés, D. (2014). La floricultura y sus riesgos. *Seguridad y Salud en el trabajo*, 38-55.
- Lopez Cruz , I. L., Salazar Moreno, R., & Rojano Aguilar , A. (2014). *La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada*. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo.
- Lux Monroy, M. A. (2010). *MEDIDORES DE FLUJO EN CANALES ABIERTOS*. Guatemala .
- Mafla H, H. F., & Monero Cepero, D. (2011). *Manejo e interpretación de variables del clima y agrometeorología*. Cali-Colombia: PRINTED.
- Melvin L, M. (2008). GANADERIA Y CRÍA DE ANIMALES. En *SECTORES BASADOS EN EL RECURSO BIOLÓGICO* (pág. 70).
- Mundia, O. M. (1983). *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos*. Ginebra: OMM-N° 8.

- Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura . (2023). *Los 10 elementos de la agroecologia*. ONU.
- Perugachi Cachimuel , J. M., & Chachipuendo Ulcuango, C. J. (2020). *La Lucha por el agua*. Quito: Abya-Yala.
- PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA OLMEDO. (2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARROQUIA OLMEDO/ PESILLO 2020-2030*. Cayambe: ADMINISTRACION 2019 - 2023.
- Requelme, N. d. (2013). *LA PRODUCCION AGROPECUARIA Y EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD DE PESILLO, CANTÓN CAYAMBE EN LAS DOS ÚLTIMAS DÉCADAS*. Quito: UPS.
- Salazar Moreno, R., Rojano Aguilar, A., & López Cruz, I. L. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *SCIELO*, 177-183.
- Salazar-Moreno, R., Rojano-Aguilar, A., & López-Cruz, I. L. (2015). *La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Sánchez Proaño, R. G. (2021). *Metabolismo social en el uso del agua para la producción florícola*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- Santana, L. M. (2008). *EVAPOTRANSPIRACIÓN PENMAN-MONTEITH*. Cabildo Insular de Tenerife: Agro cabildo.
- Tate, D. M. (06 de 2017). *PRINCIPIOS DEL USO EFICIENTE DEL AGUA*. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSOEFCIENTEDEL AGUA.pdf>

TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE. (29 de
Marzo de 2015). Obtenido de

<https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>

TOLÓN BECERRA, A., LASTRA BRAVO, X., & FERNÁNDEZ MEMBRIVE, V. (2013).
HUELLA HÍDRICA Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE LOS RECURSOS
HIDRICOS. *UCM*, 56.

Uribe Cifuentes, H., & Ruiz Muñoz, R. (2015). *Riego y Evapotranspiración*. Instituto de
Investigacion agropecuaria.

VARGAS, J. A. (2017). *“ESTUDIO ETNOGRÁFICO SOBRE EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA DEL ANEXO DE MOSOPUQUIO DEL DISTRITO DE CHARACATO, EN
EL AÑO*. Arequipa – Perú: FACULTAD DE CIENCIAS HISTORICO SOCIALES.

Villalobos Arámbula, V., García , M., & Ávila, F. (2017). *El agua para la agricultura de las
Américas*. México: Fundación Colegio de pos grados.

Zárate Torres, É., & Fernández Poulussen, A. (2017). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA
EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA*.
EUROCLIMA.

Zuñiga Junco, D. D. (2020). Factores determinates en la comercializacion y exportación de rosas
cortadas en Ambato hasta la ciudad de Moscu "Rusia" . *UPS*, 3-20.

7 ANEXOS



Anexo 1. Medición del área para la pluviometría



Anexo 2. Colocación de estacas huertos agroecológicos



Anexo 3. Medición Pluviométrica en Huertos agroecológicos



Anexo 4. Medición de la presión de los aspersores



Anexo 5. Medición del área para la colocación del material de pluviometría en pastos



Anexo 6. Colocación de estacas en Pastos



Anexo 7. Medición pluviométrica en Pastos



Anexo 8. Presión del hidrante



Anexo 9. Colocación de vasos para la medición por goteo



Anexo 10. Volumen del goteo



Anexo 11. Toma de la presión dentro del cultivo de rosas



Anexo 12. Toma de muestras Cultivo de Rosas (Invernadero)



Anexo 13. Toma de muestras Pastos y Huertos agroecológicos



Anexo 14. Almacenamiento de muestras



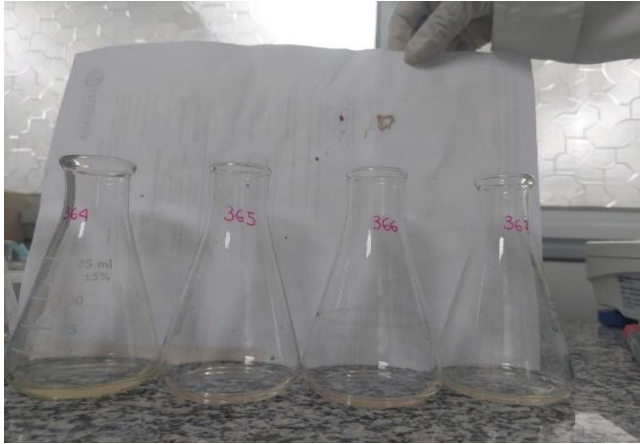
Anexo 15. Análisis de conductividad



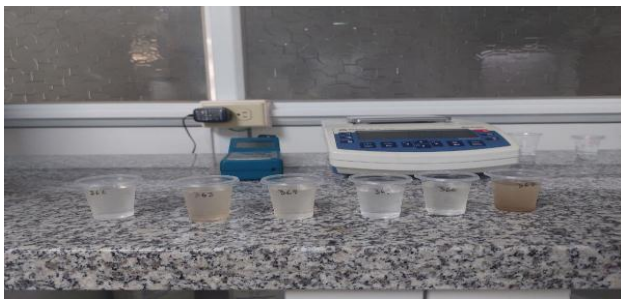
Anexo 16. Análisis de pH



Anexo 17. Análisis de DBO



Anexo 18. Análisis nitritos y nitratos



Anexo 19. Análisis fósforo



Anexo 20. Análisis DQO