



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE COSECHA DE AGUA PARA LA
PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN UN ECOSISTEMA ÁRIDO EN LA PARROQUIA
CANGAHUA, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero de Medio Ambiente

Autores:

Gissela Monserrate Cunuhay López

Jorge Johao Villagómez León

Tutor:

Ph.D. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Latacunga – Ecuador

Agosto, 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, GISSELA MONSERRATE CUNUHAY LÓPEZ y JORGE JOHAO VILAGÓMEZ LEÓN declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.” Siendo el Ph.D. VICENTE DE LA DOLOROSA CÓRDOVA YANCHAPANTA tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

GISSELA MONSERRATE CUNUHAY LÓPEZ

172153530-8

JORGE JOHAO VILLAGÓMEZ LEÓN

050369594-2

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte CUNUHAY LÓPEZ GISSELA MONSERRATE y JORGE JOHAO VILLAGÓMEZ LEÓN, identificada con C.C. N° 1721535308 Y 0503695942, de estado civil soltero y con domicilio en la Diego Osorio s9-111 y pje. Milagro y San Silvestre Bellavista, a quienes en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LOS CEDENTES son dos personas naturales estudiantes de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. - Octubre 2011-Agosto 2017

Aprobación HCA.- Octubre 2016

Tutor.- Ph.D. Vicente Córdova

Tema: Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para

publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autorizan a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfieren definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declaran que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula

cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrán utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LOS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de agosto del 2017.

Gissela Monserrate Cunuhay López

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

Jorge Johao Villagómez León

LOS CEDENTES

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.”, de GISELA MONSERRATE CUNUHAY LÓPEZ y JORGE JOHAO VILAGÓMEZ LEÓN, de la carrera INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2017

El Tutor

Firma

Ph.D. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el o los postulantes: GISSELA MONSERRATE CUNUHAY LÓPEZ y JORGE JOHAO VILAGÓMEZ LEÓN con el título de Proyecto de Investigación “Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2017

Para constancia firman:

.....
Lector 1.

Ing. Mg. Renán Lara
C.C.: 050144458-2

.....
Lector 2.

Ing. Marco Rivera
C.C. 050151895-5

.....
Lector 3.

Dr. Mg. Polivio Moreno
C.C.: 050104764-1

AGRADECIMIENTO

A Dios que ha sido el proveedor de la confianza y la paciencia en el camino estudiantil. A nuestros padres por el infinito apoyo y lucha emprendida junto a nosotros, Además familiares y amigos quienes han sido fortaleza en momentos de flaqueza para poder seguir adelante y a nuestro querido tutor por la paciencia y conocimiento transmitido para la culminación de nuestro trabajo. Y a todos aquellas personas que brindaron su tiempo para la culminación de una meta más en nuestra vida. GRACIAS.

DEDICATORIA.

A Dios

Por enseñarnos que mientras el camino es más largo y duro es por que trae consigo frutos de esfuerzo y dedicación.

A nuestros padres

Quienes son pilares fundamentales en nuestra formación como personas y hacia la vida profesional, por darnos valor cuando nos sentíamos abatidos y comprender que lo único valioso que tenemos en nuestras vidas es la familia.

A nuestros maestros

Quienes supieron dirigir nuestra vida profesional inculcando saberes que en un futuro serán cosechas y defendidos de la mejor manera.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.”

Autor/es:

GISSELA MONSERRATE CUNUHAY LÓPEZ

JORGE JOHAO VILLAGÓMEZ LEÓN

RESUMEN

La desertificación tiene lugar debido a factores indirectos por lo cual la presente investigación buscó dar una solución a la escasez del recurso hídrico, producido por diversos factores de carácter ambiental que imposibilitan la sostenibilidad de los recursos naturales. Se caracterizó agro – socio – ambientalmente el ecosistema en la Parroquia Cangahua en el Cantón Cayambe, se definió un prototipo de uso de agua para implementar y determinar el potencial impacto socio-ambiental del modelo aplicado. Se aplicó una matriz de decisiones para evaluar la viabilidad de tres modelos de gestión de cosecha de agua (waterboxx, air-drop y microreservorios). El waterboxx resultó ser el de mejor aplicabilidad en la zona. Mostró un ahorro significativo de agua, registrando un 60% con respecto a riego convencional de goteo bajo condiciones de invernadero. El riego convencional durante 28 días se consumió 201,6l en 32 plantas, mientras que con el waterboxx se consumieron 89,6l en el mismo tiempo y para el mismo número de plantas. La vida útil del waterboxx es de 15 años lo que lo hace económicamente viable.

ABSTRACT

Desertification occurs because of indirect factors, and the search sought to solve the scarcity of water resources, caused by various factors of an environmental nature that make the sustainability of natural resources impossible. The ecosystem was characterized environmentally in the Cangahua Parish in Cayambe Canton, a prototype of water using was defined to implement and determine the potential socio - environmental impact of the applied model. A decision matrix is applied to evaluate the feasibility of the three models of water harvesting management (waterboxx, air-drop and microreservorios). The waterboxx turned out to be the one of better applicability in the zone. It showed a significant water of saving, registering 60% with respect to a conventional drip irrigation under greenhouse conditions. The conventional irrigation for 28 days was consumed 201,6l in 32 plants, while with the waterboxx consumed 89,6l in the same time and for the same number of plants. The life of the waterboxx is 15 years which makes it economically viable.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	III
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VI
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
INDICE DE IMÁGENES	XV
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XV
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
5 OBJETIVOS	5
5.1 General	5
5.2 Específicos	5
6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
7.1 Uso del agua en Ecuador	7
7.2 Uso del agua en la agricultura	7
7.3 El agua y la seguridad alimentaria	8
7.4 Cosecha de agua	8
7.5 Sistema de captación de agua	8

7.6 Variables climáticas	9
7.6.1 Humedad	9
7.6.2 Precipitación	10
7.6.3 Evaporación	10
7.6.4 Condensación	11
7.6.5 Punto de rocío	12
7.7 Cambio climático como riesgo para la degradación de los suelos	12
7.7.1 Desertificación del suelo	13
7.7.2 Capilaridad y tensión superficial	13
7.7.3 Microirrigación vs. Riego	14
7.7.4 Captación de la humedad del suelo por las plantas	14
7.7.5 Movimiento capilar del agua	14
7.7.6 Microclima	15
7.7.7 Sistema de cosecha de agua en regiones áridas	15
7.8 El diagrama ombrotérmico de Gausson	15
8 HIPÓTESIS:	16
9 METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)	17
9.1 Determinación del área de estudio	17
9.2 Definición de un prototipo de uso de agua para la producción en agroecología sostenible.	18
9.3 Identificación de los impactores	19
9.4 Sistema de implementación	19
9.5 Materiales y equipos	19
10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:	20
10.1 Caracterización agro socio ambiental de la zona de estudio.	20
10.1.1 Situación Geográfica	20
10.1.2 Caracterización Ambiental	21
10.1.3 Características Climatológicas	25
10.1.4 Cambio Climático y Variabilidad Climática.	26
10.1.5. Estudios de vulnerabilidad.	27
10.1.6 Precipitación	28
10.1.7 Temperatura	28
10.1.8 Humedad	29
10.1.9 Viento	29
10.1.10 Recursos Naturales	29
10.2 Caracterización Agrícola	30
10.2.1 Agricultura	30
10.2.2 Uso de Suelo.	33
10.3 Problemática de la gestión de agua para riego	34
10.3.1 Limitantes que se enfrenta la comunidad por el desconocimiento del tema.	40
10.4 Caracterización social	41
10.4.1 Población total, Censo 2010 y proyección INEC 2015.	41
10.5 Resultados obtenidos mediante encuestas aplicadas a comuneros de la parroquia	45
10.6 Modelos de uso de agua para la producción en agroecología sostenible	46

10.6.1 Historia y perspectivas	46
10.6.2 Tecnología Groasis waterboxx	46
10.6.3 Detalle de los Prototipos a ser evaluados	48
10.6.4 Proceso de condensación	49
10.6.5 Lineamiento para el uso del waterboxx. (De acuerdo al fabricante)	50
10.6.6 Experiencias	52
10.6.7 .España	52
10.6.8 Kuwait	52
10.6.9 Argentina	52
10.6.10 Tecnología Airdrop	53
10.6.11 Microreservorios	55
10.7 Matriz de decisiones	58
10.7.1 Mediciones de la cantidad de agua recolectada mediante el modelo waterboxx	60
10.7.2 Comparación de modelos sobre el recurso hídrico.	61
10.8 Impacto socio ambiental del modelo aplicado.	64
11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	65
11.1 Técnica	65
11.2 Ambiental:	65
11.3 Social	65
11.4 Impactos negativos	65
12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:	66
13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
13.1 Conclusiones	68
13.2 Recomendaciones	68
14 BIBLIOGRAFÍA	70
15 ANEXOS.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios	3
Tabla 2. Actividades del proyecto.....	6
Tabla 3. Materiales y equipos	19
Tabla 4. Junta de agua parroquia Cangahua.....	23
Tabla 5. Tipo de suelos	25
Tabla 6. Principales productos	31
Tabla 7. Economía de la población activa.....	32
Tabla 8. Conflicto de suelo.	34
Tabla 9. Demografía.....	42
Tabla 10. Auto identificación de la población	43
Tabla 11. Economía de la población	44
Tabla 12. Partes del waterboxx.	48
Tabla 13. Valoración.....	58
Tabla 14. Matriz de decisiones.....	59
Tabla 15. Promedios de las mediciones semanales	60
Tabla 16. Cálculos riego convencional	61
Tabla 17. Cálculo riego waterboxx	61
Tabla 18. Valores estimados de condensación y ETP	61
Tabla 19. Presupuesto	66

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Mapa de ubicación Cangahua.....	17
Imagen 2. Zona de estudio	20
Imagen 3. Tipo de suelo	24

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama ombrotérmico de Gaussen	26
Gráfico 2. Amenazas climáticas.....	28
Gráfico 3. Pregunta 1	34
Gráfico 4. Pregunta 2	35
Gráfico 5. Pregunta 4	36
Gráfico 6. Pregunta 6	37
Gráfico 7. Pregunta 7	37
Gráfico 8. Pregunta 8	38
Gráfico 9. Pregunta 9	39
Gráfico 10. Pregunta 10	40
Gráfico 11. Índices de población.....	42
Gráfico 12. Género.....	45
Gráfico 13. Edad	45
Gráfico 14. Funcionamiento del waterboxx	49
Gráfico 15. Partes de Air drop	53
Gráfico 16. Microreservorios	57

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Implementación de un prototipo de cosecha de agua para la producción sostenible en un ecosistema árido en la Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.

Fecha de inicio:

octubre 2016

Fecha de finalización:

agosto 2017

Lugar de ejecución:

Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia de Pichincha.

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Equipo de Trabajo:

Tutor:

Ph.D. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Tribunal:

Lector 1: Ing. Mg. Renán Lara

Lector 2: Ing. Marco Rivera

Lector 3: Dr. Mg. Polivio Moreno

Autores:

Gissela Monserrate Cunuhay López

Jorge Johao Villagómez León

Área Conocimiento: Servicios

Línea de investigación: Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Salud, Seguridad y Ambiente

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La desertificación tiene lugar debido a factores indirectos que llevan al uso no sostenible de los escasos recursos naturales por parte de los usuarios de la tierra. Esta situación puede verse exacerbada por el cambio climático global. Se considera que la desertificación es el resultado de los enfoques de manejo adoptados por los usuarios de la tierra, quienes no pueden responder adecuadamente a los factores indirectos como la presión de la población y la globalización, aumentando la presión sobre la tierra de formas no sostenibles. Esto conduce a una menor productividad de la tierra y a una espiral descendente de agravación de la degradación y de la pobreza.

Frenar la desertificación, recuperar regiones para la producción agroalimenticia y agroindustrial, dar vuelta el sentido migratorio campo-ciudad, conservar el recurso agua, aliviar el gasto energético, incrementar el producto bruto, educar para la agricultura sustentable, recuperar y fortalecer vínculos culturales, precisa del compromiso de los gobiernos nacionales, provinciales y locales. Para ello es necesaria la investigación de nuevas técnicas de gestión hídrica que apoyen la toma de decisiones. Esta investigación debe resultar en políticas activas que favorezcan e incentiven las inversiones a realizar y que faciliten la integración y articulación de la comunidad con las instituciones públicas, empresas privadas, organizaciones no gubernamentales, organizaciones sociales y campesinas, detrás del mismo objetivo.

La investigación va encaminada a dar alternativas sobre la disponibilidad del recurso hídrico en áreas de clima seco vulnerables al cambio climático. Busca satisfacer las necesidades para la población, para que de esta manera puedan desarrollar actividades agrícolas sostenibles en un ecosistema árido. La actividad investigativa está orientada en el desarrollo sostenible y en la implementación del prototipo ya que sirvió como iniciativa para otros proyectos a fin de mejorar la producción in situ.

El proyecto contribuyo a mejorar la producción agrícola de la zona, con el fin de dar solución al recurso agua para evitar la erosión beneficiando a la biodiversidad del sector, esto auxilio a realizar buenas prácticas para el ser humano con el ambiente para el desarrollo y convivencia del mismo.

La investigación permitió plasmar los conocimientos adquiridos en clases y ponerlos en práctica.

3 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios

BENEFICIARIOS INDIRECTOS	85,795
HOMBRES	MUJERES
41,967	43,828
BENEFICIARIOS DIRECTOS	30
<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores de la provincia (organización Allpa manta) • GAD-PICHINCHA 	

FUENTE: Sistema único de indicadores sociales Ecuador

4 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

El déficit del recurso agua, es una de las grandes problemáticas con la presencia del calentamiento global, por lo que cada vez siguen aumentando las áreas con escasez hídrica perjudica la actividad del ser humano ha hecho que en las diferentes actividades que se las utiliza no sea de una manera sostenible. Los cambios en el clima se han acelerado a partir del siglo pasado, producidos por los gases de efecto invernadero los cuales son provocados antrópicamente.

Igual que en el resto del mundo, en el Ecuador la mayor parte de la demanda de agua se concentra en el sector agrícola. La superficie nacional cultivada es de 6,3 millones de hectáreas (ha) y la superficie potencial de riego es 3,1 millones de ha. Sin embargo, el sistema de riego que el Estado ha construido desde los años sesenta tiene capacidad para regar 1,5 millones de ha aunque la superficie efectivamente regada es de 942 mil ha. Eso deja 600 mil ha subutilizadas. (FAO, 2013b)

Para mejorar la seguridad alimentaria, fortalecer la agricultura familiar, adaptarse al cambio climático y asegurar la provisión de servicios ambientales o ecosistémicos, es necesario revertir los procesos de degradación del suelo, asegurar el suministro de agua necesaria para la mayor demanda de alimentos y adoptar buenas prácticas de gestión de la tierra, en general, para todo lo relacionado con la actividad agropecuaria. Algunos principios que deben considerarse en todos los casos son aumentar la cubierta vegetal y la materia orgánica de los suelos, mejorar la infiltración y retención de humedad, y reducir la contaminación del ambiente y del suelo. (FAO, 2013b)

Según el Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana (MREMH, 2014), el Ecuador quiere combatir la desertificación con un enfoque integrado de los factores que intervienen en la degradación de los suelos, tratando de incluir a este problema como prioritario en los planes y políticas nacionales de desarrollo sostenible, creando condiciones necesarias para el fortalecimiento de la legislación pertinente.

La actividad del hombre ha alterado la naturaleza en especial en la parte de la agricultura, es como en la Parroquia Cangahua con el pasar del tiempo ha sentido un déficit en la producción de agua. La sustentabilidad de la misma se ha visto disminuida, la falta del recurso hídrico, dada las circunstancias climáticas que esta afronta. La problemática se plantea como: reducida sostenibilidad y resiliencia productiva en el agroecosistema árido de la Parroquia Cangahua.

5 OBJETIVOS

5.1 General

- Implementar un sistema de cosecha de agua para la sostenibilidad y resiliencia productiva en el agroecosistema árido de la Provincia de Pichincha, Cantón Cayambe, Parroquia Cangahua.

5.2 Específicos

- Caracterizar agro-socio-ambiental el ecosistema de la zona de estudio.
- Definir un prototipo de uso de agua para la implementación en la parroquia Cangahua.
- Determinar el potencial impacto socio ambiental del prototipo aplicado.

6 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2. Actividades del proyecto

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Objetivo 1			
Caracterizar agro-socio-ambiental el ecosistema de la zona de estudio.	Revisión de la base de datos del GAD. Bibliografías y linografías	Caracterización de la zona. Determinación del área de estudio	Revisión Bibliográfica y lincográfica Base de datos del GAD - PICHINCHA
	Visitas in situ		Encuestas Fichas
Objetivo 2			
Definir un prototipo de uso de agua para la implementación en la parroquia Cangahua.	Revisión bibliográfica Implementación	Prototipo implementado	Matriz de decisiones Autocad Arc gis
Objetivo 3			
Determinar el potencial impacto socio ambiental del prototipo aplicado.	Impacto del modelo monitoreo	Sistema en funcionamiento	Evaluación del prototipo Toma de datos

7 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Uso del agua en Ecuador

Las extracciones de agua en 2005 fueron 9.918 Km³, de las cuales 8.0 Km³ (81%), son para uso agropecuario, 1.293 Km³ (13%) para uso municipal, y 0.549 Km³ (6%) para uso industrial. La disponibilidad de recursos hídricos ha evadido la competencia entre los sectores. (AQUASTAT website, 2016)

7.2 Uso del agua en la agricultura

La revolución verde nace con la llamada agricultura industrial, donde lo que se buscaba era el incremento masivo de producción de alimentos. Se la vincula directamente con la extensión de monocultivos y a la deforestación de ecosistemas de gran valor e inclusive bosques primarios. Esta técnica ha causado daño directamente, desequilibrando el ecosistema, empobreciendo los suelos siendo más susceptible a enfermedades y plagas. (Greenpeace, 2008)

“la raíz del problema es el riego excesivo, en escala tan extensa que se ha llevado todo el humus del suelo. Esta pérdida debió compensarse con dosis sorprendentes de fertilizantes. Como resultado, la tierra es como un drogadicto que no puede funcionar sin su dosis...” (Shiva, 2004)

La agricultura industrial no solo ha causado impactos negativos y en muchos casos irreversibles a mares y ríos. También ha menoscabado los acuíferos subterráneos, si el agua sigue disminuyendo a ese ritmo, las únicas opciones disponibles será pasar a una agroecología de secano con bajo consumo de agua o renunciar de raíz a una agricultura dependiente de agroquímicos. (Shiva, 2004)

7.3 El agua y la seguridad alimentaria

A consecuencia del cambio climático, para los agricultores será más difícil de prever las condiciones climáticas y más variable el suministro de agua, las sequías y las inundaciones son más habituales. Las repercusiones que se presentan varían de una forma gigantesca de un lugar a otro. Sin embargo los científicos proveen que las temperaturas elevadas darán beneficio a la agricultura en lugares septentrionales, mientras tanto en lugares tropicales, áridas y semiáridas afrontan una disminución de lluvias y mientras los escurrimientos son una tendencia para los países de esas regiones que de por sí ya sufren una inseguridad alimentaria. (FAO, 2007)

7.4 Cosecha de agua

Es un método que en la actualidad ayuda a incrementar la disponibilidad del agua con fines agrícolas para solucionar la producción y mejora del suelo, evitando de esta manera la erosión y mejorando el desarrollo de distintos cultivos agrícolas. (Rima & Hanspeter, 2013)

7.5 Sistema de captación de agua

Los sistemas de recolección de agua no tienen grandes variaciones entre sí, la mayoría constan básicamente de tres componentes: área de captación, conducción y almacenamiento. Desde los primeros sistemas. Pero dependiendo de los usos para los cuales esté diseñado el sistema y de su complejidad, existen otros componentes adicionales. (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, n.d.)

Se presentan a continuación una clasificación de métodos alternativos de captación y uso eficiente del agua.

- Sistemas para uso humano
- Sistemas para uso agrícola y ganadero
- Recarga de mantos acuíferos en zonas urbanas
- Captación de agua de niebla

(Fundacion para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental, n.d.)

7.6 Variables climáticas

7.6 1 Humedad

Es la cantidad de vapor de agua en el aire, medida en cantidades relativas más que en cantidades absolutas. (Gliessman-Stephen, 2002)

7.6.1.1 Humedad relativa

Es la relación entre el contenido de vapor de agua en el aire que pueda detener y la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede retener a esa temperatura. Puede cambiar como resultado de variaciones en cantidades absolutas de vapor de agua o transiciones en la temperatura. Si la cantidad absoluta de vapor de agua en el aire es alta, pequeñas variaciones en la temperatura pueden influir significativamente en la humedad relativa. (Gliessman-Stephen, 2002)

Cuando se presenta la reducción de pocos grados centígrados en la temperatura en horas nocturnas o de madrugada, puede llevar la humedad relativa al 100%, una vez que alcance este valor comienza el proceso físico de

la condensación en forma de gotas de agua y a caer como rocío (punto de rocío). Los ecosistemas naturales en interacción de temperatura y humedad del aire es un factor muy importante para la determinación de un ecosistema. (Gliessman-Stephen, 2002)

7.6.2 Precipitación

La humedad puede ser retribuida con el rocío y la neblina, en algunos ecosistemas la fuente primaria de humedad para los agro-ecosistemas es la precipitación en forma de lluvia o nieve. De forma directa la precipitación brinda humedad al suelo y en los agro-ecosistemas con riego. Este tipo de evaporación, llamado transpiración es el mecanismo por el cual las plantas absorben agua del suelo con sus raíces. (Gliessman-Stephen, 2002)

Cuando la cantidad absoluta de vapor de agua en el aire es suficiente para alcanzar o sobrepasar el 100% de la humedad relativa, la condensación se presenta. Las pequeñas gotas que se forman se unen para formar las nubes por lo tanto la precipitación ocurre cuando el aire que contiene la humedad se eleva. Conforme el aire se enfría, su capacidad para retener la humedad en forma de vapor o gotas muy pequeñas de agua empieza a decrecer, ocasionando más condensación y agregación de las gotas. Este proceso de enfriamiento y condensación es llamado enfriamiento diabático. (Gliessman-Stephen, 2002)

7.6.3 Evaporación

Según (William B. Rice, 2011) sostiene que, el proceso físico que ocurre cuando un líquido se transforma en gas. El aire está compuesto por gases, pues el agua cuando cambia de forma se hace parte del mismo. La evaporación del agua a la atmósfera se produce gracias a la superficie del agua libre y líquida. Cuando las moléculas de H₂O escapan del líquido en ese momento ocurre la

evaporación. Para la cantidad de evaporación debe haber disponibilidad de radiación solar (energía) y la capacidad de la atmósfera para la humedad producida.

7.6.4 Condensación

De acuerdo con (Croiset, 1976), la condensación es un proceso físico que consiste en el paso de la forma gaseosa a líquida. En este proceso libera una cierta cantidad de energía denominada “calor latente”. Para el cambio de estado existen otros factores como la presión y la temperatura. La condensación a una temperatura determinada, conlleva una liberación de energía. El origen del descenso en la temperatura de la atmósfera, que en las noches baja considerablemente y es por lo que se produce la condensación del vapor de agua.

Según (Pieter Hoff, n.d.) manifiesta, que cuando la temperatura desciende, el aire se comprime y este proceso produce agua. Es por ello que podemos observar como ejemplo el agua sobre las hojas, pero el origen de esta condensación lleva diferentes procesos:

1. “Giving out”. Es donde el aire no alcanza el punto del rocío y no se puede apreciar.
Para que se de este proceso el aire debe tocar la superficie más fría y poder comprimirse hasta poder alcanzar el punto de rocío, dejando el agua atrás.
2. Este fenómeno de rocío solo se da en la capa superficial del aire, es decir encima del suelo, y es por ello que podemos apreciar hermosas capas horizontales de rocío.
3. Una humedad alta, el aire entero es ligeramente saturado, pero existe buena visibilidad.
4. La niebla, el aire entero es dramáticamente saturado con el agua. La visibilidad es mala.

5. Las nubes alrededor de las montañas, el aire caliente que se eleva contra la ladera de la montaña se vuelve más frío, obteniéndose así la condensación mostrando las nubes.
6. Las nubes cuando están cerca de la tierra es muy caliente y previene el punto de rocío, pero en la superficie el aire es más frío y pueden desarrollarse las nubes.

7.6 5 Punto de rocío

Cuando el enfriamiento del aire es ocasionado por un sólido frío, el vapor condensado se reúne en la superficie en forma de gotas líquidas. Cuando la temperatura exterior es muy baja y pasa a otra temperatura alta, se produce agua. Dependiendo la temperatura este fenómeno que se empieza a producir se llama punto de rocío; entonces quiere decir que es el aire saturado de vapor acuoso. (Stöckhardt, 1867)

El punto de rocío es la temperatura a la cual llega a saturarse de vapor de agua, de modo que la más pequeña baja de temperatura provoca “condensaciones”. Un vapor se encuentra a la temperatura de su punto de rocío cuando se forma la primera gota de agua después de enfriar el vapor a presión constante. (Felder & Rousseau, 2004)

7.7 Cambio climático como riesgo para la degradación de los suelos

El comportamiento de las precipitaciones y temperaturas se han visto modificadas por el cambio climático, proyectándose en modificaciones relevantes en los agro-ecosistemas. Los cambios en lluvias, temperaturas máximas, mínimas y promedios afectarán el rendimiento de cultivos básicos, generando presión en zonas no agrícolas para transformarlas en superficies agrícolas, sumado el crecimiento de la población mundial y su correspondiente demanda de recursos hídricos y agrícolas, hacen que el cambio climático sea

un riesgo adicional para la degradación del suelo y agua como para las expansiones de zonas de cultivo y la intensificación de la producción. (FAO, 1993)

7.7.1 Desertificación del suelo

Según el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA, 2010), cuando la cubierta vegetal es inexistente la desertificación aparece; las plantas o los árboles que dan cohesión al suelo desaparecen, el humano al saciar sus necesidades, ha destruido los arbustos y árboles para obtener leña o madera, también la limpia de la cobertura vegetal para aumentar la frontera agrícola y poder cultivar, ha originado que el suelo agote sus nutrientes causando una erosión por el viento y agua que va arrastrando la capa superior de la tierra volviéndola en polvo y arena hasta perder su fertilidad. La desertificación afecta directamente al suelo, añadiendo que las sequías también son las que nos llevan al cambio de ecosistemas convirtiéndolos en áridos, produciendo la migración a zonas menos afectadas ambientalmente frágiles, provocando presión y resistencia a las variaciones climáticas naturales.

7.7.2 Capilaridad y tensión superficial

Según (Piña, Esteban, Cobos, & Andrés, 2011) afirman que, la retención del agua en el suelo por capilaridad y la fuerza con la que se retiene es inversamente proporcional a su tamaño, produce el fenómeno de adhesión. Los tubos capilares son aquellos canales verticales que por millones hay en el suelo, el agua que corre por debajo de la tierra se transporta por los tubos capilares. Cuando se secan, los mismos tubos dirigen en agua a la superficie. Las plantas tienen conductos capilares en sus raíces los cuales absorben en agua capilar cuando está caliente y seco. Así una planta sobrevive al calor.

7.7.3 Microirrigación vs. Riego

La microirrigación es un sistema que suministra agua por debajo de la superficie del suelo mientras el riego por goteo es superficial. Los Sistemas de microirrigación, se ha convertido en un método de riego de frutas y hortalizas durante los últimos 20 años. Aplica agua directamente a la planta Raíz, de manera más precisa y uniforme, minimizando así las pérdidas de agua en comparación con los métodos de riego por surcos. El microirrigado tiene algunas ventajas potenciales sobre el riego superficial. (Epper, Annuum, Nalliah, & Ranjan, 2010)

Estos incluyen la reducción del suelo evaporación, escorrentía superficial y percolación profunda; mayores ahorros de agua, nutrientes y mano de obra y mejora de la cosecha. Además, es muy Adaptable a las diferentes condiciones del suelo. (Epper et al., 2010)

7.7.4 Captación de la humedad del suelo por las plantas

Las plantas al respirar deben reemplazar las cantidades significativas de agua de una forma constante, puesto que el agua se pierde por los estomas, en algunas ocasiones una porción limitada de agua está disponible en el suelo cerca de las raíces para ser absorbida en el momento. El agua de una forma pasiva es arrastrada por el suelo hacia la superficie de las raíces, mediante un movimiento capilar del agua, luego las raíces de las plantas crecen dentro del suelo hacia espacios con humedad para captarla. (IICA, Suelo, & FAZ, 1997)

7.7.5 Movimiento capilar del agua

El agua es absorbida a través de las raíces de las plantas lo cual permite reemplazar la que se pierde por transpiración, la humedad presente en el suelo circunda a las raíces, se reduce. La energía de succión se aumenta, creando un gradiente de potencial de agua más bajo, que tiende a arrastrar la humedad en

todas las direcciones del área circundante del suelo. El agua en mayor cantidad es probablemente succionada de áreas más profunda del perfil del suelo, principalmente del manto freático del suelo que está cerca de la superficie. (Blair, 1965)

7.7.6 Microclima

Según (Enriquez, 2013) manifiesta, que dentro del ámbito ecológico, es un clima focalizado en las características que este brinda. Al ser circunstancias atmosféricas específicas que da caracterización a una pequeña extensión. Principalmente cubierto por vegetación que se ven afectados por humedad, viento, topografía, elevación, estación del año y latitud condiciones que son importantes para que esto pueda darse. Hay microclimas naturales y otros artificiales creados en ciudades.

7.7.7 Sistema de cosecha de agua en regiones áridas

En climas áridos con regiones cálidas, la falta de precipitación es un factor importante pues limita la agricultura. Ante las necesidades las personas se han ingeniado y han hecho posible el “cosechar agua”, a continuación, algunos métodos que han hecho posible la captación de agua. (Mongil Manso & Martínez de Azagra Paredes, 2007)

7.8 El diagrama ombrotérmico de Gaussen

Permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando $2 t-m$ una estimulación de la evo transpiración. Para su representación en el eje x se ponen los 12 meses del año y en un doble que se ponen a los lados la precipitación con las respectivas medias mensuales en (C°). Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que

el de la temperatura. Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Esto es, por cada °C en temperatura se toma un par de mm en precipitación. Así a un valor de 20 ° C le corresponde en la misma línea el valor de 40 mm. (Blondel, 2015)

Si $P \leq T$ la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía. (Blondel, 2015)

8 HIPÓTESIS:

Ha: ¿El sistema de cosecha de agua y riego capilar proveerá sostenibilidad y resiliencia a la producción agrícola en un agroecosistema árido?

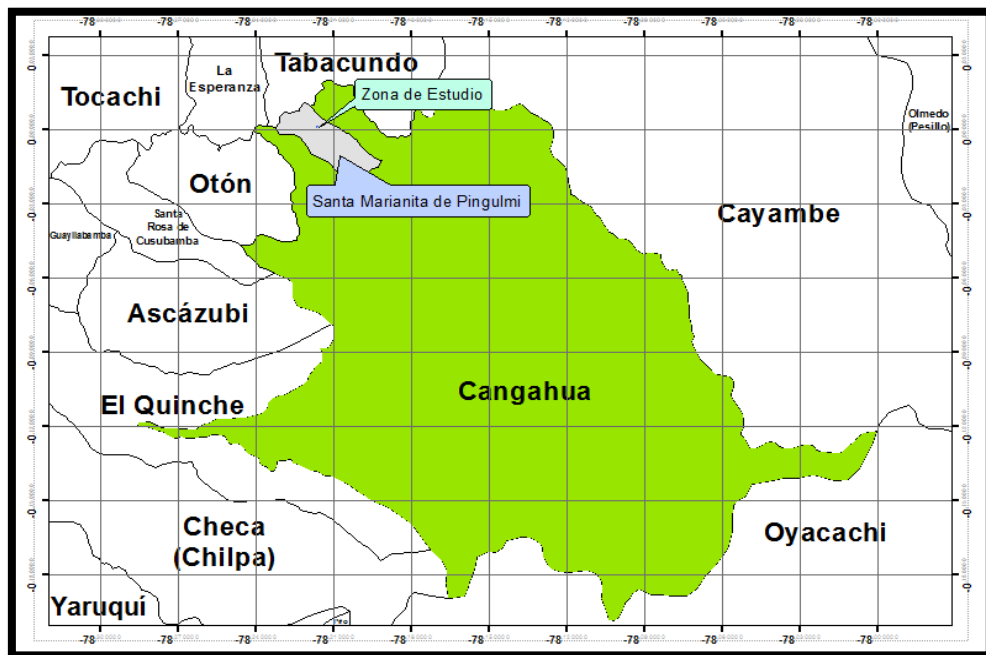
9 METODOLOGÍAS (TÉCNICAS, MÉTODOS INSTRUMENTOS)

9.1 Determinación del área de estudio

La elaboración del proyecto se realizó en la Parroquia Cangahua, barrio Santa Marianita de Pingulmi. Se encuentra a 13 Km. al sur oriente del cantón Cayambe en la provincia de Pichincha, el ingreso a la cabecera parroquial es por un camino al sur de la Bola del Mundo, su ubicación geográfica está entre las coordenadas 00 02 30" latitud sur y 76 12 30" de longitud occidental.

MAPA BASE DE CANGAHUA

Imagen 1. Mapa de ubicación Cangahua.



Fuente: Autores

El barrio Santa Marianita de Pingulmi pertenece a la parroquia Cangahua con las respectivas: visitas in situ posterior fijación de coordenadas y la recopilación de información necesaria para conocer las características del lugar principalmente ambiente, agricultura, sociedad.

Se definirían varios conceptos acordes a la agroecología como: clima, diversidad de cultivo, precipitación, humedad, punto de rocío entre otros. Los conceptos agroclimáticos definidos para el detalle de conocimientos, mediante el análisis de información obtenida, para la adaptación del sistema a las condiciones del lugar.

9.2 Definición de un prototipo de uso de agua para la producción en agroecología sostenible.

Se inició con la revisión de bibliográfica definición de objetivos y revisión de prototipos ajustables a las necesidades determinadas, conociendo los requisitos, la construcción de este debe ser adecuada y en el tiempo definido se centra en una representación de aspectos que serán posteriormente visibles para los beneficiarios.

Se desarrolló el climograma ombrotérmico de Gaussen donde se determinó la época propicia en el año para la implementación de modelos para obtener mejores resultados y mayor sostenibilidad en captura de agua.

Para determinar el modelo, se utilizó una matriz de decisiones, proponiendo los parámetros en base a la caracterización y delimitación de la zona de estudio, obteniendo los pros y los contras de los prototipos pre – definidos, posteriormente haciendo la elección del prototipo a definirse.

Para el trabajo de diseño se plantea el desarrollo de actividades basadas en sistemas computarizados como AUTOCAD Y ARC GISS que permita efectuar lugares y actividades más puntuales, por otro lado, también va a permitir los materiales necesarios para le ejecución del proyecto planteado.

Se trabajó teniendo como base las recomendaciones y directrices de la investigación de campo, la misma que, apoyados con técnicas como las fichas de observación se registrarán datos que fueron verificados y confirmada su

aplicabilidad en el lugar de los hechos tomando en cuenta que se requiere una proyección básica para la posterior construcción del sistema.

9.3 Identificación de los impactores

La identificación involucra varios parámetros los cuales fueron evaluados como los recursos económicos, sociales y ambientales, esto permitirá verificar la factibilidad del proyecto ante los impactores. Los efectos y la predicción de la magnitud de cambios sobre el ambiente, que considera los resultados anteriores obtenidos con la elaboración de la matriz que permitió la elección del prototipo a implementar con el fin de atenuar o evitar altos niveles de impacto

9.4 Sistema de implementación

Luego de la construcción el prototipo se lo implementó en el tiempo definido, el mismo que se destinó a evaluar las potencialidades mediante una interacción ajustándose a las necesidades de los beneficiarios. Al mismo tiempo el desarrollo del proyecto esclareció las inquietudes para un mejor entendimiento y se verán plasmados los resultados con la identificación de los impactores.

9.5 Materiales y equipos

Tabla 3. Materiales y equipos

Materiales	Equipos
Material bibliográfico GAD – base de datos	Computadora Fichas
Material de oficina: Lápices, hojas, carpetas, fotocopias, entre otros	GPS
Material de oficina.	Vehículo

Fuente: Autores

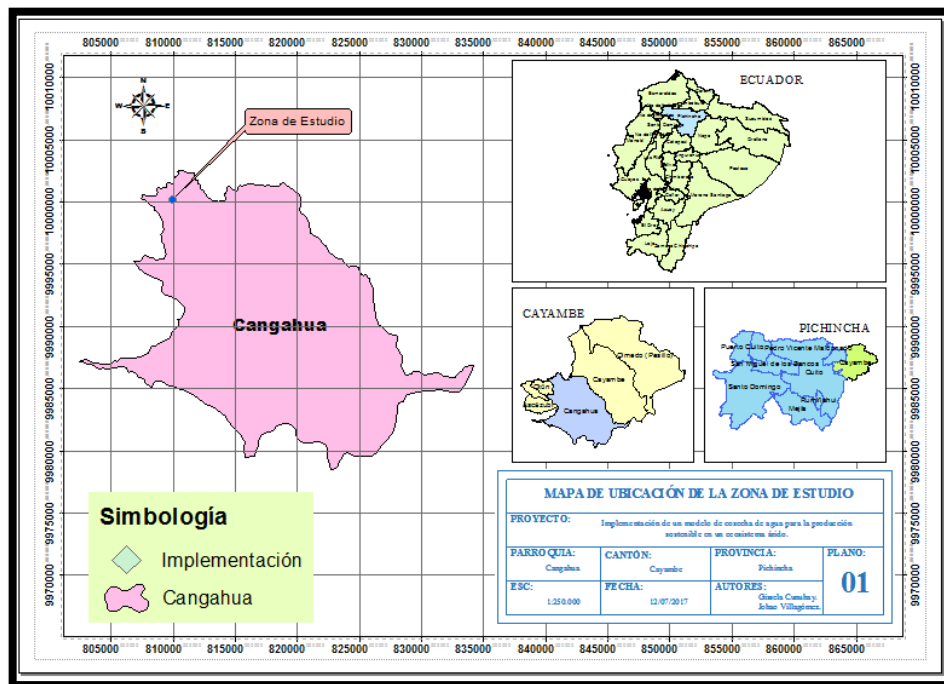
10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

10.1 Caracterización agro socio ambiental de la zona de estudio.

10.1.1 Situación Geográfica

La parroquia rural de Cangahua fue establecida en 1790, siendo así una de las parroquias más antiguas del Cantón Cayambe, está ubicada a 13 Km al sur oriente del cantón antes mencionado, en la provincia de Pichincha, es necesario para su ingreso ir por un camino al sur de la Bola del Mundo, las coordenadas de su ubicación geográfica se encuentran entre los 76 12 30" de longitud occidental y 00 02 30" latitud sur. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012).

Imagen 2. Zona de estudio



Fuente: Autores

La comunidad de estudio, El barrio Santa Marianita de Pingulmi está ubicada en la parroquia Cangahua, al sureste del cantón Cayambe, provincia de

Pichincha. A una altura de 2600 m.s.n.m, en latitud 0° y un clima templado entre 8° y 22°C. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

10.1.2 Caracterización Ambiental

10.1.2.1 Recurso Hídrico

La mayor parte del territorio de los cantones Cayambe y Pedro Moncayo se encuentra dentro de la microcuenca del río Pisque, que luego forma parte de la subcuenca hidrográfica del Guayllabamba, finalmente en la cuenca del río Esmeraldas, que desemboca en el océano Pacífico.

Las cabeceras de la microcuenca están en los nevados del volcán Cayambe (5.780 m.s.n.m.) y los páramos del Parque Nacional Cayambe-Coca. La microcuenca desciende hasta 1.820 m.s.n.m., donde el río se converge con el Guayllabamba. La zona más baja de la cuenca es semi-árida, con lluvias anuales inferiores a 500 mm. En las zonas más altas, las precipitaciones oscilan entre 1.750 y 2.000 mm. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

10.1.2.2 Microcuencas

En los 33,7 km² de suelo existentes en la cuenca en agua se emplea en la agricultura, se aplica el sistema de riego para la rentabilidad agrícola. La necesidad real que requieren los cultivos, el caudal es inferior. El agua faltante se dirige de cuencas vecinas, la insuficiencia del recurso hídrico es cada vez mayor, la que se trae a través de acequias y se distribuye por canales secundarios, la acequia más importante por su longitud, caudal y número de familias beneficiarias, es el canal Guanguilquí– Purotog. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

Del río Gualimburo concurren grandes concesiones de agua de las micro cuencas consignadas para empresas florícolas que se encuentran en la parte baja de la parroquia, resultando inequidad en la distribución del agua. El canal Guanguilquí fue construido hace más de 200 años, para transportar aguas desde la zona de la quebrada Huamburo Huaycu, con una extensión de 43 km y un caudal original de 0,22 m³/s, luego se unió el ramal que proviene del río Porotog. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

Las comunidades administran el 93% del caudal y el 7% desde 1.990, el menor porcentaje es para los hacendados, para ello fue necesario rehabilitar muchos tramos abandonados del canal, e iniciar una nueva organización entre las comunidades. El manejo actual de las aguas de los canales Guanguilquí-Purutog, son administradas por la Junta General de Usuarios Proyecto Cangahua, Acequia Guanguilquí - Purutog, integrada por miembros de las comunidades. El canal transporta un total de 0,57 m³/s para regar 70,3 km², favoreciendo a unas 2.583 familias, distribuidas en 36 comunidades y 6 haciendas. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

10.1.2.3 Riego

Se cuenta con tres grandes sistemas para el uso de riego: Guanguilquí, que viene el agua de Oyacachi conjunto con el agua del nevado Cayambe y riega las zonas altas del cantón, el Pisque que provee de agua del río Guachalá y Granobles estas aguas sirven para las partes bajas principalmente para las florícolas y el canal Tabacundo que está en construcción y obtendría el agua de San Marcos el cual regara la parte de Pedro Moncayo y Cayambe. (Bustillos, 2012)

Tabla 4. Junta de agua parroquia Cangahua

JUNTAS DE AGUA DE LA PARROQUIA CANGAHUA	
N.	NOMBRE DE LA JUNTA PERTENECIENTE A GUANGUILQUI
1	Junta de agua potable Santa Marianita, pitaña alto y bajo y Sta. Rosa de Pingulmi
2	Junta de agua potable Cuniburo Cangahua
3	Junta de agua potable San Pedro
4	Junta de agua potable San Luis de Guachalá
5	Junta de agua potable Buena Esperanza
6	Junta de agua potable Sistema Pucara
7	Junta de agua potable Carrera Larca – Porotog Moras
8	Junta de agua potable Taxo Cucho
9	Junta administradora de agua potable Alcantarillado Cangahua.
10	Comité de páramo Ñucanchi Urku.
11	Juntas de agua Sistema Pambamarca
12	Juntas de agua de riego Acequia Cariaco
13	Juntas de agua de riego San Ramón
14	Juntas de agua de riego San Eloy
15	Junta de agua de riego La Josefina
16	Junta de agua de riego Perugachi
17	Junta de agua de riego canal El Pisque
18	Departamento de agua potable COINCA
19	Juntas de agua Carbón Urco lote 2-3
20	Juntas de riego Cubero
21	Juntas de agua Niña María
22	Juntas de agua de San Vicente bajo y alto
23	Juntas administradoras de agua potable Chumillos alto
24	Junta administradora Chumillos central
25	Juntas de agua Quinchuajas

FUENTE: Censo INEC 2010

Las aguas servidas, domésticas y agrícolas van directamente al río por medio de sus vertederos, río abajo desde la población de Cangahua. La situación se agrava siendo fuente principal de contaminación para los procesos.

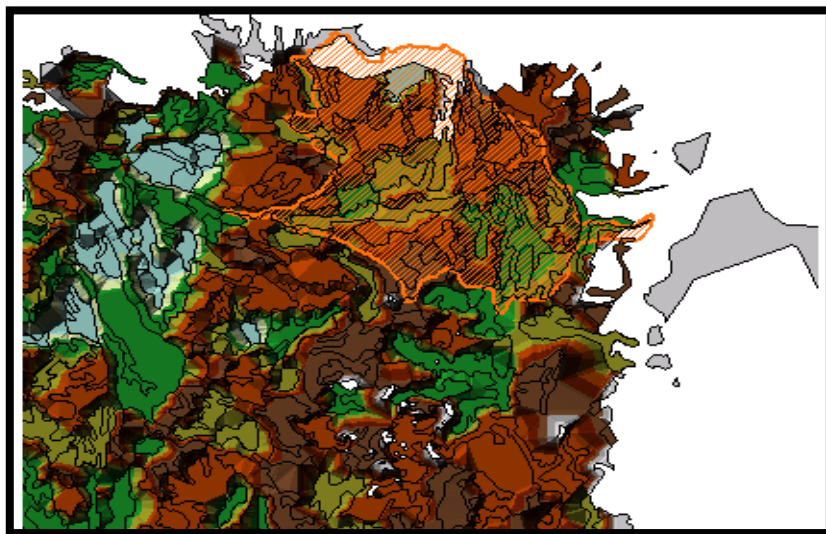
10.1.2.4 Geología – Geomorfología

En su punto máximo la parroquia Cangahua alcanza 4285 m.s.n.m. La irregular topografía. Entre los accidentes orográficos más significativos se encuentran los Cerros Pucará Chico, Arrabal, Sisapamba, Cangahuatola, Turupamba, Pambamarca, Jambi Machay y Cochaloma.

El volcán Cayambe tiene una altura de 5.790 m, es un gran macizo con formas angulosas y silueta trapezoidal, con base de 29 km en dirección este- oeste, km norte- sur; posee dos cumbres, cubiertas por imponentes glaciares, con un área del casquete de 22 km² y del gran volcán de 230 km². (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)



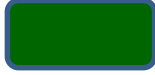
10.1.2.5 Suelo

Imagen 3. Tipo de suelo



Fuente: autores

Tabla 5. Tipo de suelos

Tipos de suelo		
Suelo	Características	Coloración
Suelo arenoso	Contienen del 60% al 80% de sílice y arena	
Suelo húmífero	Se reconoce por su color café oscuro; son terrenos muy productivos ya que contienen el 10 y el 15 % de humus y que conservan el calor y el agua y lo reparten uniforme.	
Suelo calcáreo	Son poco productivos y de color blanquecino, su contenido de material calcáreo va del 30% y 40%.	

Fuente: Pdot Cangahua

10.1.3 Características Climatológicas

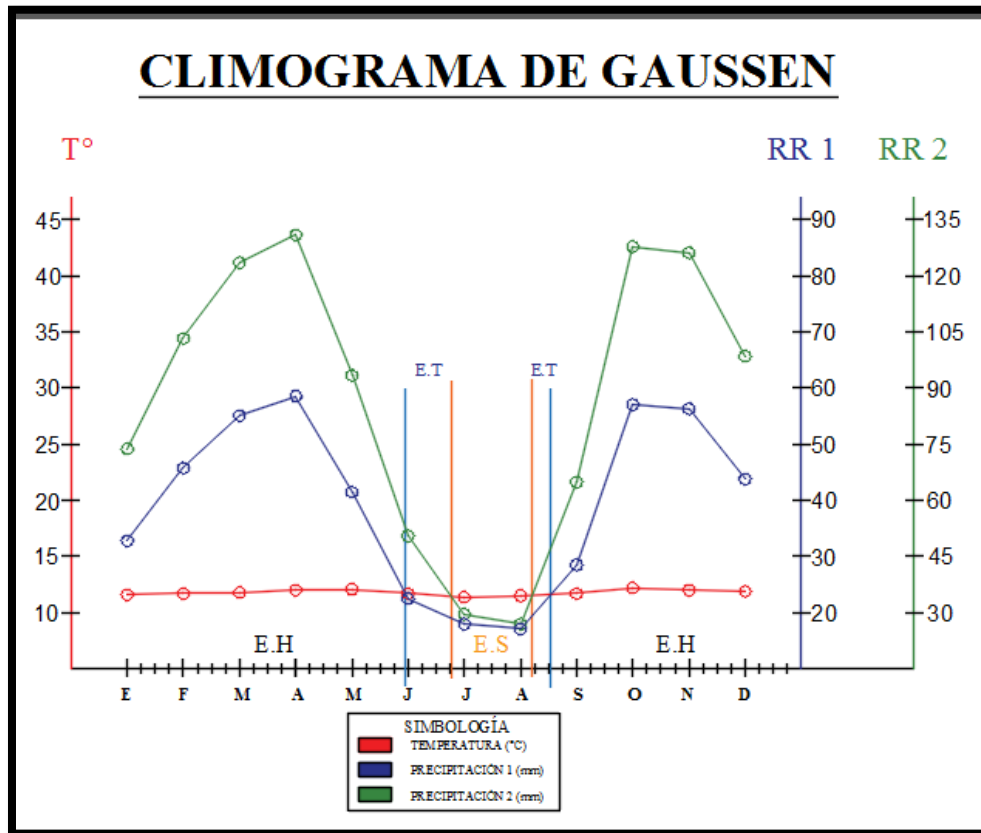
10.1.3.1 Clima

Para el área de Cayambe en la actualidad no existe una estación meteorológica por esta razón se tomaron datos de las estaciones más cercanas al punto.

10.1.3.2 Selección de estaciones climatológicas y pluviométricas.

Se han considerado los registros de la estación climatológica Olmedo-Pichincha con código meteorológico M023 y la estación pluviométrica Cangahua con código meteorológico M344.

Gráfico 1. Diagrama ombrotérmico de Gausse



Fuente: autores

Los resultados arrojados una vez desarrollado el climograma ombrotérmico de Gausse determinó, la época seca de la zona de estudio, empezando desde la cuarta semana de junio hasta la primera semana de agosto. Asimismo la época húmeda empieza desde la primera semana de agosto y termina en la última semana de mayo. La época de transición comienza entre inicios de junio hasta la tercera semana del mismo y finaliza desde la primera semana de agosto hasta inicios de la tercera semana del mismo mes.

10.1.4 Cambio Climático y Variabilidad Climática.

El clima ha presentado una variación, por la presencia del cambio climático, que persiste durante un período prolongado del tiempo. Las variaciones, son provocadas directa o indirectamente por las actividades humanas. La alteración de la composición de la atmósfera del planeta, capa que protege a

la tierra de los rayos del sol, modificaciones y cambios provocados por las actividades humanas, se suman a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. En seis parroquias del Cantón Cayambe: Ayora, Ascázubi, Cangahua, Cusubamba, Olmedo y Otón se han realizado estudios de Vulnerabilidad de la seguridad alimentaria a los efectos adversos del cambio climático del cantón Cayambe, estudios que fueron realizados por el Proyecto FORECCSA. (Cangahua, 2015)

El Proyecto FORECCSA “Fortalecimiento de la resistencia de las comunidades ante los efectos adversos del cambio climático con énfasis en seguridad alimentaria en la cuenca del Río Jubones Provincia de Pichincha”, promueve un diagnóstico de vulnerabilidad a nivel parroquial, ayudando a tomar medidas de adaptación al cambio climático. (Cangahua, 2015)

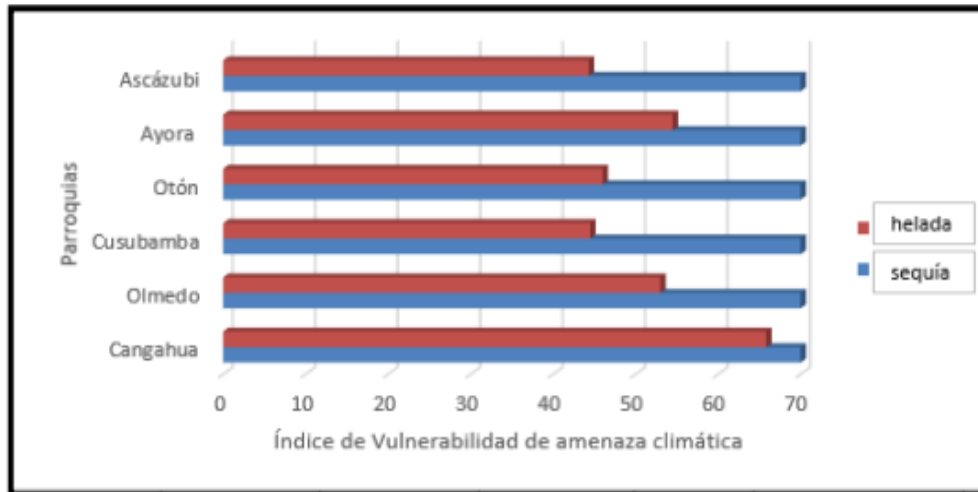
10.1.5. Estudios de vulnerabilidad.

Se han realizado seis estudios de vulnerabilidad con énfasis en seguridad alimentaria, el cambio climático en los últimos años ha reconocido que los principales cambios son el incremento de la temperatura y ligeras variaciones en la intensidad y frecuencia de la precipitación. Las adaptaciones para la sobrevivencia como medios de vida ha sido la principal amenaza climática frente a la sequía, debido a que esta amenaza impacta directamente a las parroquias y ha sido catalogada como alta según el estudio de vulnerabilidad del Proyecto FORECCSA. (Cangahua, 2015)

La segunda amenaza que impacta los medios de vida es la helada, esta amenaza ha sido catalogada como media según el estudio de vulnerabilidad del Proyecto FORECCSA y de igual manera impacta directamente. (Cangahua, 2015)

10.1.5.1 Principales amenazas climáticas de 6 Parroquias del Cantón Cayambe.

Gráfico 2. Amenazas climáticas



Fuente: Plan de adaptación al cambio climático con énfasis en seguridad alimentaria y género para la parroquia Otón. PROYECTO FORECCSA – (2014).

10.1.6 Precipitación

De acuerdo a los datos registrados en una muestra de 43 años en la estación de Cangahua se puede notar que el año de mayor precipitación fue 2005 con una precipitación de 68.61 mm y el año que se registra menor precipitación fue el 2001 con 34,98 mm.

10.1.7 Temperatura

De los registros meteorológicos de la estación de Cangahua, se evidenció que en el año 2000 se reportó la temperatura más baja con un promedio de 10.5°C, mientras que la más alta, se registró en el año 2001 con un promedio de 16.3°C. Con estos datos, se puede concluir que no se registran grandes fluctuaciones de Temperatura, y que esta se mantiene casi constante entre los 11°C.

10.1.8 Humedad

Realizando un análisis anual del 2010, de los registros mensuales de humedad relativa, esta fluctúa entre los 48 a 73 %, teniendo un promedio de 65%, lo que nos indica una constante durante todo el año, teniendo ligeras variaciones, debido a la época seca, reportada entre Junio y Agosto.

10.1.9 Viento

Según los registros meteorológicos de la estación Cangahua del INAHMI para el año 2010 se registró una velocidad de viento casi constante, manteniéndose alrededor de los 13 m/s y con una tendencia de dirección sur este. Así también podemos decir que en la zona se han registrado velocidades del viento que van desde los 0 Km. /h hasta los 70 Km. /h con una dirección este - oeste.

10.1.10 Recursos Naturales

10.1.10.1 Cobertura vegetal

Existen bosques nativos en la parroquia, básicamente en la zona del parque Nacional Cayambe Coca podemos encontrar flora y fauna abundante la cual está protegida por las leyes ambientales, la vegetación local de las partes que no son reservas se ha visto disminuida sustancialmente. La zona se proyecta como un sitio de cultivos donde se siembra principalmente flores y adicionalmente existen cultivos de subsistencia de maíz, papa, cebada, cebolla, hortalizas y bosques de eucalipto para sacar madera.

10.1.10.2 Fauna

La destrucción de la mayoría de los bosques naturales y debido al avance de la frontera agrícola en la sierra ecuatoriana, la fauna nativa se ha visto disminuida en cuanto a especies, se localizan pocos animales nativos, a como: raposas (*Didelphys albiventris*), conejo de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) y los animales domésticos tales como perros, gatos, caballos, vacas, entre otros. Dentro de los páramos y del Parque Nacional Cayambe Coca podemos encontrar 13 especies de mamíferos, 13 especies de aves y 2 especies de peces.

10.2 Caracterización Agrícola

El desarrollo económico que ha presentado la parroquia como subsidio de vida es la Agricultura y la Ganadería. La mala aplicación de la Reforma Agraria, a hecho que el avance de la frontera agrícola, la cual sin ninguna educación ni educación previa se les entregó la tierra a los campesinos, los mismos que sin dirección técnica, ni apoyo económico, abandonaron la tierra y fueron a engrandecer los desocupados de las ciudades, así como problemas de donaciones duplicadas o hechas más allá de lo que permite la Ley. (Marc Becker, 2009)

10.2.1 Agricultura

La agricultura en América Latina constituye uno de los sectores más dinámicos de la economía y dentro de ella la agricultura familiar da empleo a por lo menos cien millones de personas" Sin embargo este sector ha sido sistemáticamente relegado de la toma de decisiones y la política pública, lo que ha generado el incremento de la pobreza rural y la diversificación de actividades de los pequeños productores campesinos como estrategia alternativa de supervivencia. (Paredes Chauca, Sherwood, & Arce, 2016)

En la zona alta de Cangahua la cebolla es el principal cultivo en esta actividad, al mismo tiempo que la floricultura y la ganadería abastece en un gran porcentaje a la industria láctea, han acaparado un gran terreno que satisface las necesidades del sector norte, desde los años 80, fue incrementándose la inversión en las plantíos de flores, las diversas variedades de rosas son reconocidas como las mejores del mundo.

El invernadero creó desde sus inicios muchísimas fuentes de trabajo y los campesinos utilizaron estos nuevos ingresos para ampliar los cultivos de ciclo cortos (sobre todo en las comunidades de Cangahua y Olmedo) en un ciclo que ha dinamizado la economía cantonal. (Chiliquinga, 2015)

Tabla 6. Principales productos

PRINCIPALES PRODUCTOS	
MAYOR ESCALA	MENOR ESCALA
1. Cebolla	1.Arverja
2. Cebada	2.Habas
3. Papas	3.Fréjol
4. Trigo	4.Hortalizas
5. Maíz	5.Alfalfa

Fuente: pdot Cangahua

La crianza de ovejas y la producción porcina son actividades complementarias en las economías familiares. Se caracteriza también por la industria de harina y fideos, adoquines y ladrillos, así como talleres de orfebrería, metalmecánica, muebles de madera y otros.

Para el año 2001 la población económicamente activa se dedicada a la agropecuaria, 14.510 personas, representando el 50,6% en su totalidad. Para el 2009 según dastos de agrocalidad 8.899 personas laboraban en florícolas. (Bustillos, 2012)

Tabla 7. Economía de la población activa

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR CATEGORÍA DE OCUPACIÓN:	
1. Por cuenta propia	49%
2. Empleado u obrero privado	24%
3. Jornalero o peón	12%
4. Parte de estado	3%
5. Trabajador/a no remunerado	2%
6. Empleado/a doméstico/a	3%

Fuente: GADP. Talleres participativos parroquia Cangahua

Las ocupaciones predominantes en la parroquia se centran en: agricultores y trabajadores 45%, ocupaciones elementales 22%, oficiales, operarios y artesanos 9%. Lo que identifica a la parroquia de Cangahua, es por sus cultivos agrícolas, la ganadería es muy limitada, tenemos la misma a nivel de las familias quienes cuentan con ganado vacuno, ovino, pero a pequeña escala. Lo irregular del terreno no permite la producción ganadera a gran escala.

En las zonas bajas de la parroquia se localizan las florícolas más grandes (7 empresas), estas no presentan documentación alguna a las autoridades parroquiales, según el decreto presidencial 1040 del ocho de mayo del 2008, tienen obligación de hacerlo. Estas grandes empresas ofrecen gran cantidad de mano de obra, especialmente en los períodos de mayor producción, sin embargo, esta mano de obra no es aceptada en su totalidad por sus pobladores debido al trabajo extenuante y por algunos riesgos a la salud.

10.2.2 Uso de Suelo.

10.2.2.1 Cultivos.

El área ocupada por cultivos de ciclo corto y frutales juega un papel predominante dentro de la producción agrícola ya que luego de los pastos cultivados ocupan el 12% del área de Cangahua, esto representan 3917 ha, entre los cuales están maíz, trigo, cebada, papa, frutilla, habas, chochos, arveja. La producción de estos cultivos es el sustento de los habitantes rurales ya sea como autoconsumo o comercialmente, luego de la venta de los excedentes en el mercado, motivo por el cual se encuentran en todas las comunidades del cantón.

10.2.2.2 Pasto Cultivado.

Cangahua se caracteriza por la producción de leche (potencial estimado en 10 litros/vaca/día), por lo que los pastos componen el principal cultivo del cantón considerando el área cultivada, ocupando el 19,8% del suelo, lo cual representan 6,593 hectáreas.

10.2.2.3 Plantaciones Forestales.

Las especies forestales como el eucalipto ocupan 2463 hectáreas (7%). Dichas plantaciones forestales son manejadas principalmente por hacendados que disponen de grandes extensiones de terrenos para darles un uso forestal.

Las rosas y en general las flores por ser un cultivo de exportación ocupan 384 hectáreas y en porcentaje esto significa 1,2%. Existen una variedad de flores como cartuchos, rosas, spray rosas, claveles, girasoles, aster, gypsophila, delfinium, proteas, hipericum, entre otras.

10.2.2.4 Conflicto de uso del suelo.

Tabla 8. Conflicto de suelo.

CONFLICTO	ÁREA	PORCENTAJE
Bien utilizado	26236,10	79%
Sobre utilizado	6059,33	18%
Sub utilizado	939,69	3%
Total (ha)	33235,12	100%

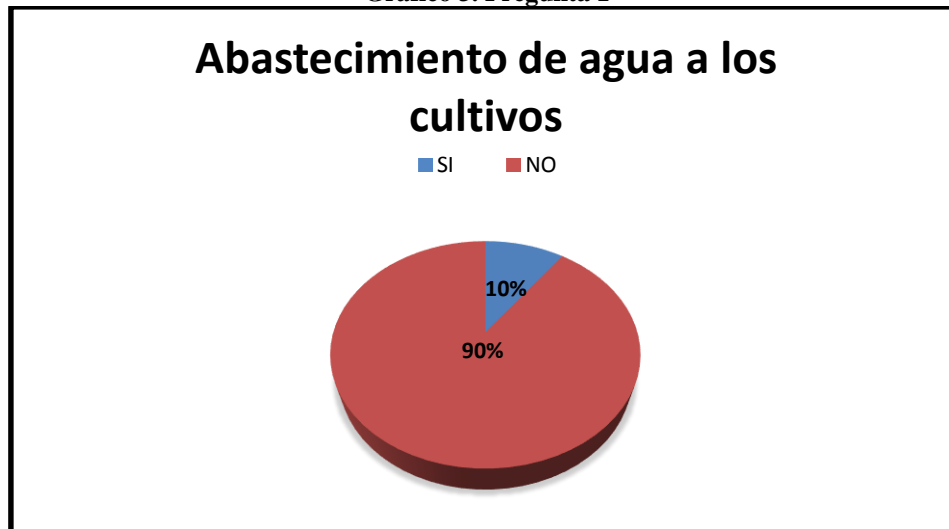
FUENTE: INEC 2010

El conflicto del uso de suelo se da en mayor porcentaje de forma bien utilizada, sin embargo un porcentaje representativo da a notar que el suelo es sobre utilizado y un menor porcentaje es subutilizado por los comuneros del sector.

10.3 Problemática de la gestión de agua para riego

1. ¿Cree usted que el agua que provee a sus cultivos es suficiente?

Gráfico 3. Pregunta 1



Fuente: Autores

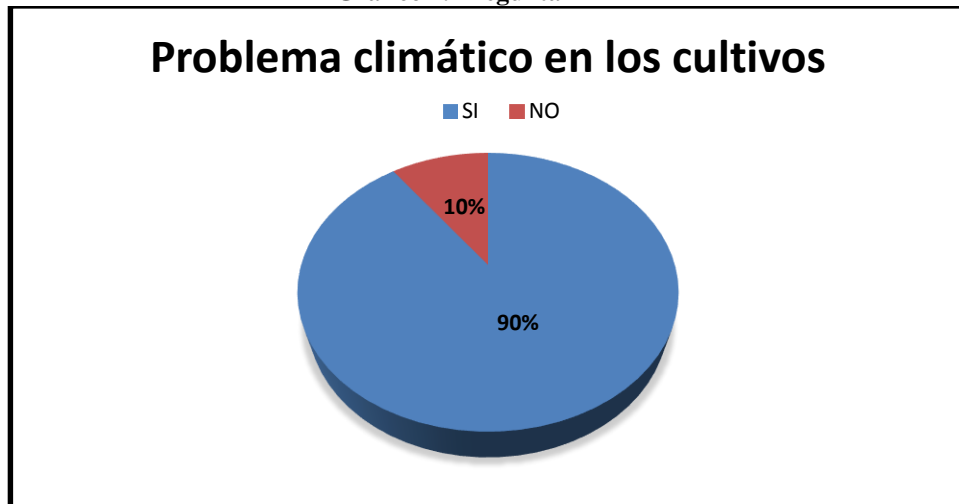
En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 10% cree que el agua que se riega en sus cultivos es suficiente mientras un 90% cree que el agua no abastece las necesidades agrícolas.

2. ¿Qué tipo de cultivo realiza frecuentemente?

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que frecuentemente siembran vegetales de ciclos cortos dado que pertenecen a grupos de agroecológicos sus productos tienen a tener una rotación constante.

3. ¿Cree usted que el clima en su sector afecte a sus cultivos actualmente?

Gráfico 4. Pregunta 2

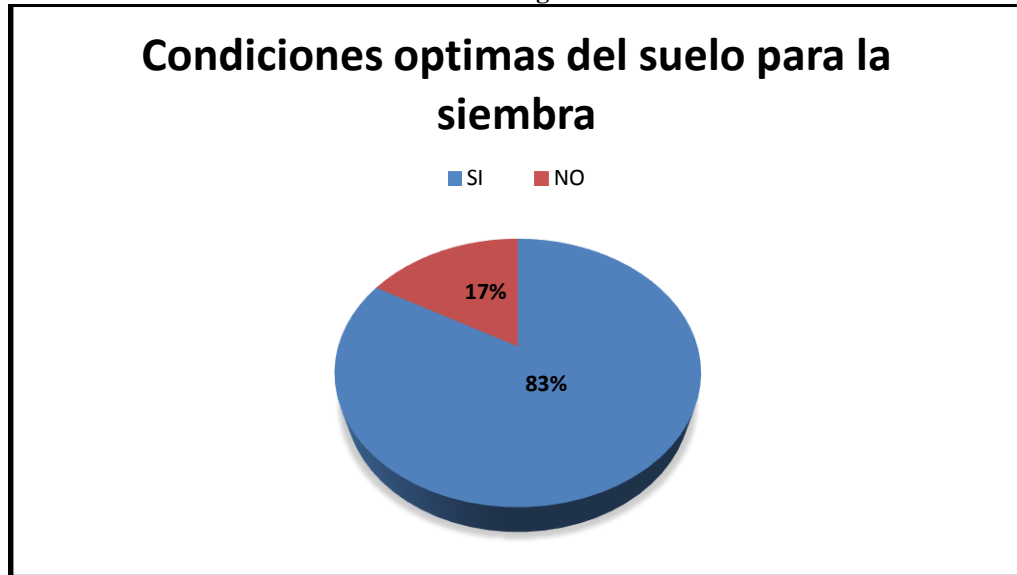


Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 90% cree que el clima afecta a sus cultivos mientras un 10% cree que el clima no es tan perjudicial para sus siembras y cosechas.

4. ¿Cree usted que el suelo está en óptimas condiciones para la siembra de sus cultivos?

Gráfico 5. Pregunta 4



Fuente: Autores

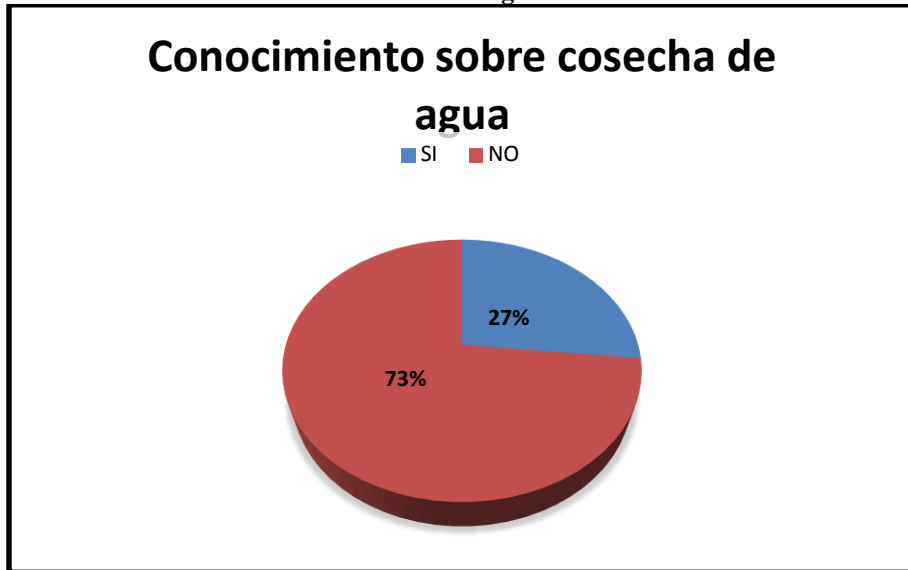
En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 83% tienen buenos suelos para sus cosechas debido a que los cuidan cultivando agroecológicamente mientras que un 17% aún no tiene buenos suelos producto de que anteriormente realizaban la práctica de siembra convencional razón por la cual su suelo está en proceso de transición.

5. ¿Qué fuentes de agua conoce a disponer?

En un 100% respondieron que disponen de agua para riego obteniendo turnos de hasta 15 días, por otra parte también son beneficiarios de micro reservorios que les abastece el agua a pesar de que aún tienen dificultad con el abastecimiento de agua.

6. ¿Sabe que es cosecha de agua?

Gráfico 6. Pregunta 6

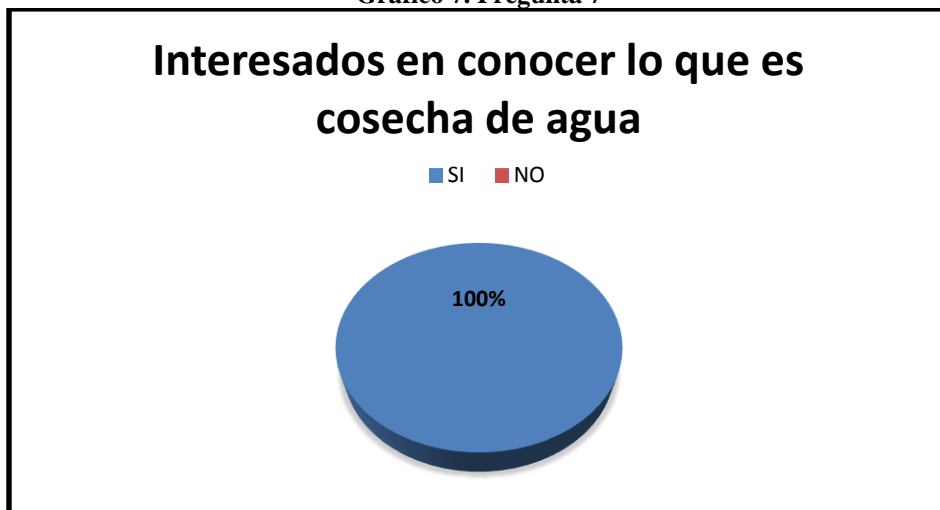


Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 27% conocen acerca de la cosecha de agua mientras que un 73% aún no conocen acerca de esta práctica de cosechar agua.

7. ¿Estaría dispuesto a conocer sobre lo que es la cosecha de agua?

Gráfico 7. Pregunta 7

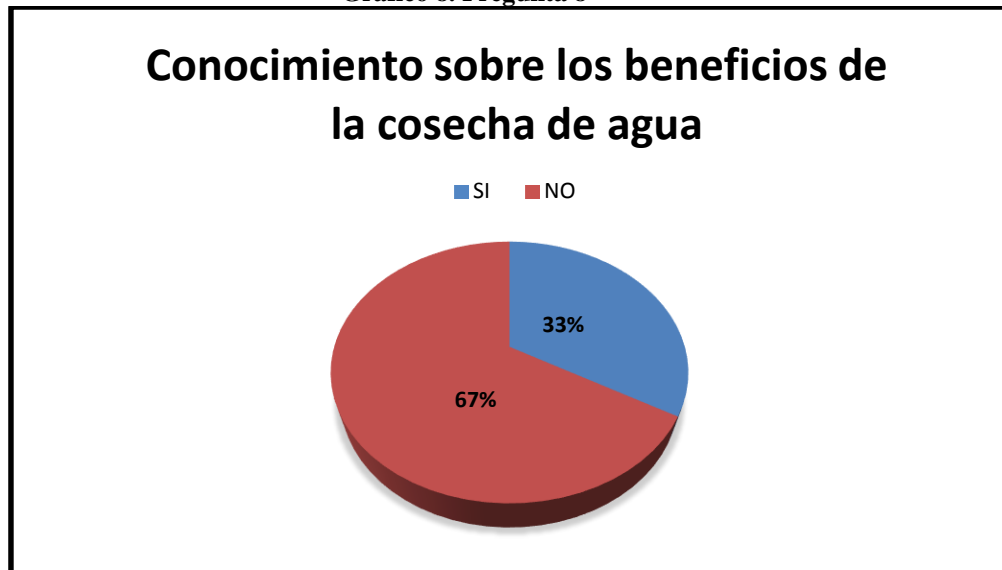


Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 100% están deseosos de conocer acerca de la cosecha de agua, como fuente de energía alternativa.

8. ¿Conoce los beneficios que brindaría una cosecha de agua?

Gráfico 8. Pregunta 8

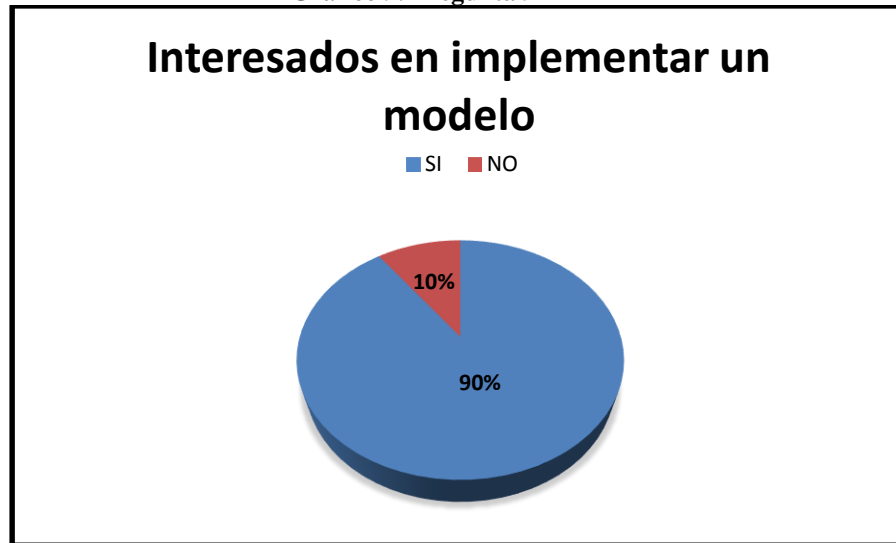


Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 33% conocen los beneficios que brinda una cosecha de agua mientras que un 67% no conocen los beneficios que esta les brindaría.

9. ¿Estaría dispuesto a implementar algún modelo para la cosecha de agua?

Gráfico 9. Pregunta 9



Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 90% estaría dispuesto a implementar modelos de cosecha de agua conociendo la vialidad y sostenibilidad que este le brindará mientras que un 10% están dudosos de su implementación pues primero deben corroborar los datos y los beneficios de proyectos parecidos.

10. ¿Cree usted que con la implementación de algún modelo de cosecha de agua aseguraría su producción?

Gráfico 10. Pregunta 10



Fuente: Autores

En base a todos los encuestados de la parroquia de Cangahua contestaron que un 100% que todo aporte que tenga que ver con agua es un beneficio necesario para sus siembras. Por lo cual están positivos a la producción de agua que pueda generar.

10.3.1 Limitantes que se enfrenta la comunidad por el desconocimiento del tema.

En la gestión para la demanda del recurso hídrico dentro de la agricultura tiene amplios términos como el reducir las pérdidas de agua, aumentar la productividad del agua y la re-asignación del agua. (FAO, 2013a)

Lo más evidente es aumentar la eficiencia del uso del agua la cual pueda reducir las pérdidas para el proceso de producción. De una forma técnica el sistema de riego para el consumo en el campo necesita una gestión que ayude

a la reducción en uso no beneficioso del agua. También se debe incentivar la productividad del agua esto supone obtener mejor calidad y cantidad en el cultivo o más valor de agua aplicado. Para poder reasignar el agua para usos de valor y producción de cultivos más valiosos. (FAO, 2013a)

10.4 Caracterización social

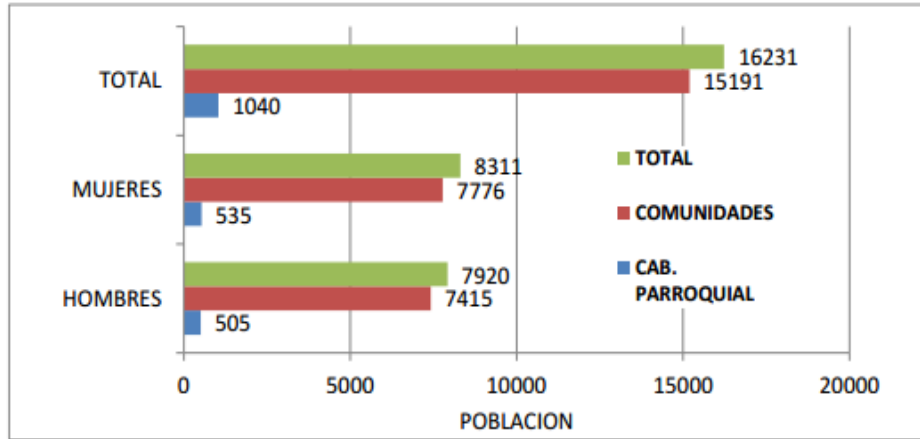
10.4.1 Población total, Censo 2010 y proyección INEC 2015.

La población de la parroquia de Cangahua, representa el 19% de la población del Cantón Cayambe. En la parte centro sur, en la parroquia de Cangahua están las comunidades cercanas a la cabecera parroquial, tales como Pitana Bajo y Pitana Alto, Carrera, La Buena Esperanza, San Pedro, Pucará, Pacha y un poco alejadas de la cabecera parroquial como La Candelaria, San José, San Antonio, Larcachaca, Los Andes, La Compañía, Isacata, Espiga de Oro, entre otras comunidades. La población total actual de la parroquia podría ser mayor de 18,586 habitantes, que es la estimada por el INEC-SENPLADES, debido a la oportunidad de trabajo en la parroquia de Cangahua. (Cangahua, 2015)

Los aspectos de mayor preocupación tienen relación con los servicios de agua para consumo humano que apenas tiene una cobertura del 37% en lo rural; en tanto que alcantarillado sanitario y servicio público de recolección de basuras en la zona rural del cantón Cayambe apenas llega al 15% de cobertura, en cada caso. (Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua, 2012)

10.4.1.1 Población en la cabecera parroquial de Cangahua y resto de la parroquia.

Gráfico 11. Índices de población.



Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda 2010

La disponibilidad de servicios se centra en lugares que cuentan con servicios básicos, infraestructura de educación y salud; de preferencia con cercanía o con buena accesibilidad a superficies con disposición agrícola y pecuaria de tal manera que el recurso suelo sea una fuente de ingresos económicos para el hogar. (Cangahua, 2015)

10.4.1.2 Densidad demográfica.

Tabla 9. Demografía

JURISDICCIÓN	SUPERFICIE		POBLACIÓN		DENSIDAD POBLACIONAL (hab / km ²)	
	AÑO 1950-2001 Km ²	AÑO 2010 Km ²	AÑO 2001	AÑO 2010	2001	2010
PICHINCHA	13.866	9.484	2.388.817	2.576.287	172.28	271.64
CAYAMBE		1.195.96	69.800	85.795	58.36	71.74
CANGAHUA		331.43	13.508	16.231	40.76	48.97

Fuente: CENSO INEC 2010.

Para la Parroquia Cangahua, según el Censo del 2010, se registra una población de 16,231 habitantes, de los cuales el 49% son hombres y 51% son mujeres. Se presenta la población reportada para la cabecera parroquial de Cangahua, que es de 1,040 habitantes (6% de la población total) y para el resto de la parroquia es 15,191 (94%).

10.4.1.3 Organización social.

La organización social parroquial se aproxima a las 34 comunidades, 7 barrios, 8 asociaciones y 5 Comités; además el GAD parroquial y la Tenencia Política, como instancias públicas del Estado. Históricamente Cangahua ha sido un referente organizativo y político a nivel nacional; puesto que han sobresalido grandes líderes y dirigentes de la CONAIE, ECUARUNARI y del Pueblo Kayambi. (Lyll, 2010)

10.4.1.4 Grupos étnicos e identidad cultural

Tabla 10, Auto identificación de la población

	Menor 1 año	De 1 a 9 años	De 10 a 19 años	De 20 a 29 años	De 30 a 39 años	De 40 a 49 años	De 50 a 69 años	De 70 a 89 años	De 90 a 100 años	TOTAL
Indígena	303	3269	3356	2241	1618	1093	1319	417	8	13624
Afro	-	3	6	6	1	-	4	-	-	20
Negro/a	-	-	2	3	-	1	-	-	-	6
Mulato/a	-	1	-	2	1	1	2	2	-	9
Montubio/a	1	2	1	6	5	1	-	-	-	16
Mestizo/a	42	557	590	455	327	181	250	90	5	2497
Blanco/a	-	11	6	5	3	5	4	4	-	38
Otro /a	-	3	4	3	2	4	-	-	-	21
Total	346	3846	3965	2726	1957	1286	1579	513	13	16231

Fuente: INEC (2010)

En la parroquia de Cangahua, el pueblo con mayor predominio, es el pueblo indígena con 13624 personas, ello representa a un 84% de la población total, la mayor auto-identidad es como Kichwa Kayambi; además de ello se puede observar que en la parroquia existe una gran diversidad de pueblos y nacionalidades que conviven y comparten un mismo territorio. Siendo la mayor población entre edades de 1 a 29 años, teniendo así un potencial de población joven. Los habitantes de la parroquia confirman esta información, indican que efectivamente en la parroquia están creciendo otros pueblos y nacionalidades indígenas y afroecuatorianos incluso estos últimos ya han formado su hogar en comunidades de Carrera, Pitaná y Candelaria. (Cangahua, 2015)

10.4.1.5 Trabajo y Empleo.

Según datos del censo INEC 2010, en la parroquia Cangahua del total de la población en edad económicamente activa (PEA), el 79 % realiza alguna actividad, de los cuales el 98% están ocupados, es decir, efectivamente desempeña un trabajo remunerado; mientras que el 2 % no se encuentran laborando, ya sea porque están en búsqueda de empleo (por primera vez) o se encuentran cesantes.

10.4.1.6 PEA Y PEI en la Parroquia Cangahua.

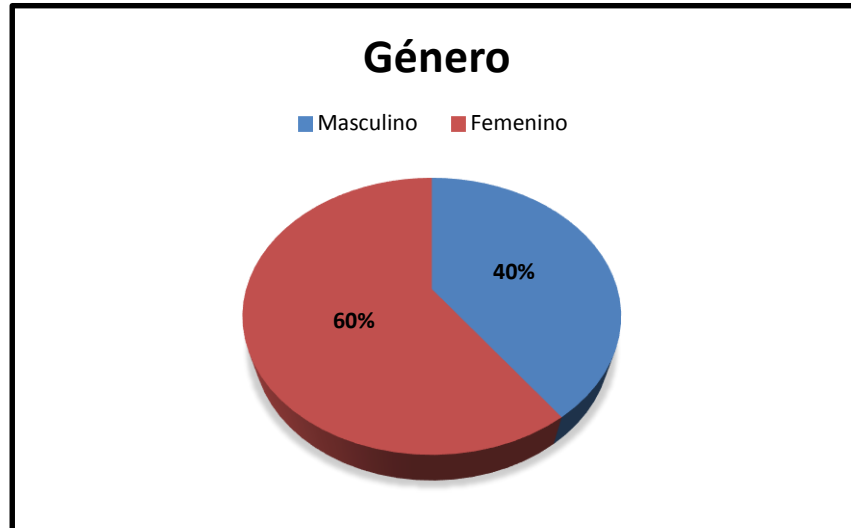
Tabla 11. Economía de la población

Población económicamente activa	Total	%
ACTIVA (a)	7.027	79%
OCUPADOS	6.894	98%
DESOCUPADOS	133	2%
INACTIVA (b)	2.902	21%
PET (a+b)	9.902	100%

Fuente: INEC (2010)

10.5 Resultados obtenidos mediante encuestas aplicadas a comuneros de la parroquia

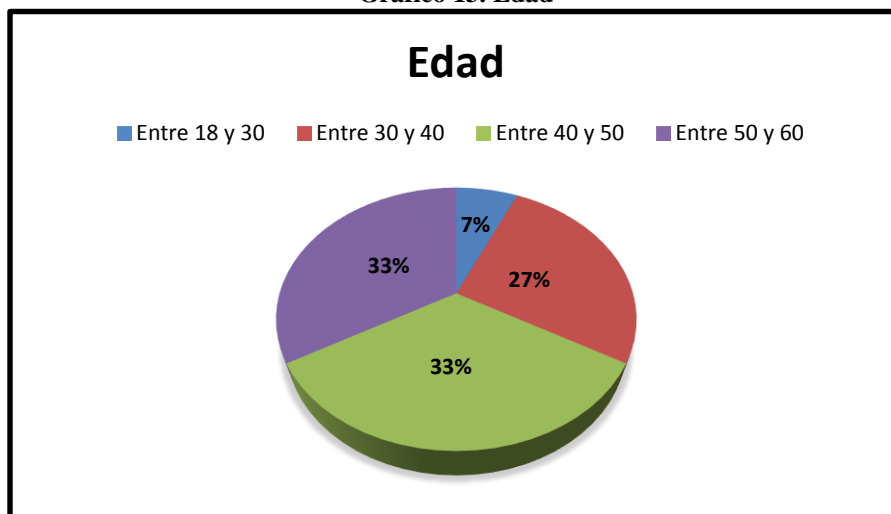
Gráfico 12. Género



Fuente: Autores

Se observa que la mayoría de las encuestas aplicadas a los diferentes comuneros de la Parroquia de Cangahua, son del género femenino, quienes representan un 40% del total de 30 habitantes tomadas como muestra para el estudio de la investigación, mientras el 60% representa el género femenino.

Gráfico 13. Edad



Fuente: Autores

10.6 Modelos de uso de agua para la producción en agroecología sostenible

10.6.1 Historia y perspectivas

Se ha dado uso a distintos métodos para la captura de agua a través de los siglos. Pero en la actualidad se han comenzado a estudiar científicamente y técnicamente, muchas de las técnicas se originaron principalmente en Europa y Asia. La base inicial fue la recolección de agua lluvia y el persistente uso de estas obras en la historia desempeñando un papel importante en la agricultura y la vida como tal, en zonas áridas y semiáridas en diversas partes del mundo desde tiempos actuales la captación de agua ya se ve como necesidad para el desarrollo. (FAO, 2000)

10.6.2 Tecnología Groasis waterboxx

Adaptado del PROYECTO AGUA VIDA NATURALEZA.

“Centro de producción y práctica universidad estatal península de Santa Elena”

La Tecnología Groasis Waterboxx es una caja, fabricada en polipropileno (PPS) de alta densidad, con aditivos suficientes para resistir las condiciones difíciles. Técnicamente es una “incubadora de agua inteligente”, que engendra y captura el agua que se encuentra en el aire, a través de condensación y la lluvia. La condensación se consigue a través de estimulación artificial y el agua se consigue a través del propio diseño patentado de la caja, sin uso de energía, permitiendo reutilizar la caja por un largo período hablando de años dependiendo del sector y la agresividad del clima. (Groasis, 2014)

Se lo utiliza como una herramienta que estimula la supervivencia de las plantas en circunstancias difíciles, sin el uso de ninguna clase de electricidad o agua subterránea, recogiendo agua de lluvia y de la condensación del aire. Luego distribuye el agua en un periodo largo a la planta plantada en el centro de la caja. También estimula el proceso capilar y la prevención de la evaporación del agua subterránea, fija la temperatura alrededor de las raíces, y previene del daño de los roedores. (Groasis, 2014)

Hasta el día de hoy, los experimentos realizados en distintos lugares alrededor del mundo, en condiciones climáticas extremas, como los desiertos de Sahara, Omán, California, en países como Jordania, Arabia Saudita, Kenia, Egipto, Qatar, Israel, Suiza, China, Holanda, España, Francia, EEUU, Chile sobrepasan los 70.000 Waterboxx empleados solo en desarrollo de proyectos pilotos. El primer proyecto inició en el año 2006 en el desierto de Sahara, teniendo resultados totalmente sorprendentes que sobrepasan el 80% de prendimiento de especie sembrada, y esto está sucediendo en muchos de los otros países también, adicionalmente a las grandes ventajas y beneficios que brinda el Waterboxx. (Groasis, 2014)

10.6.3 Detalle de los Prototipos a ser evaluados

Tabla 12. Partes del waterboxx.

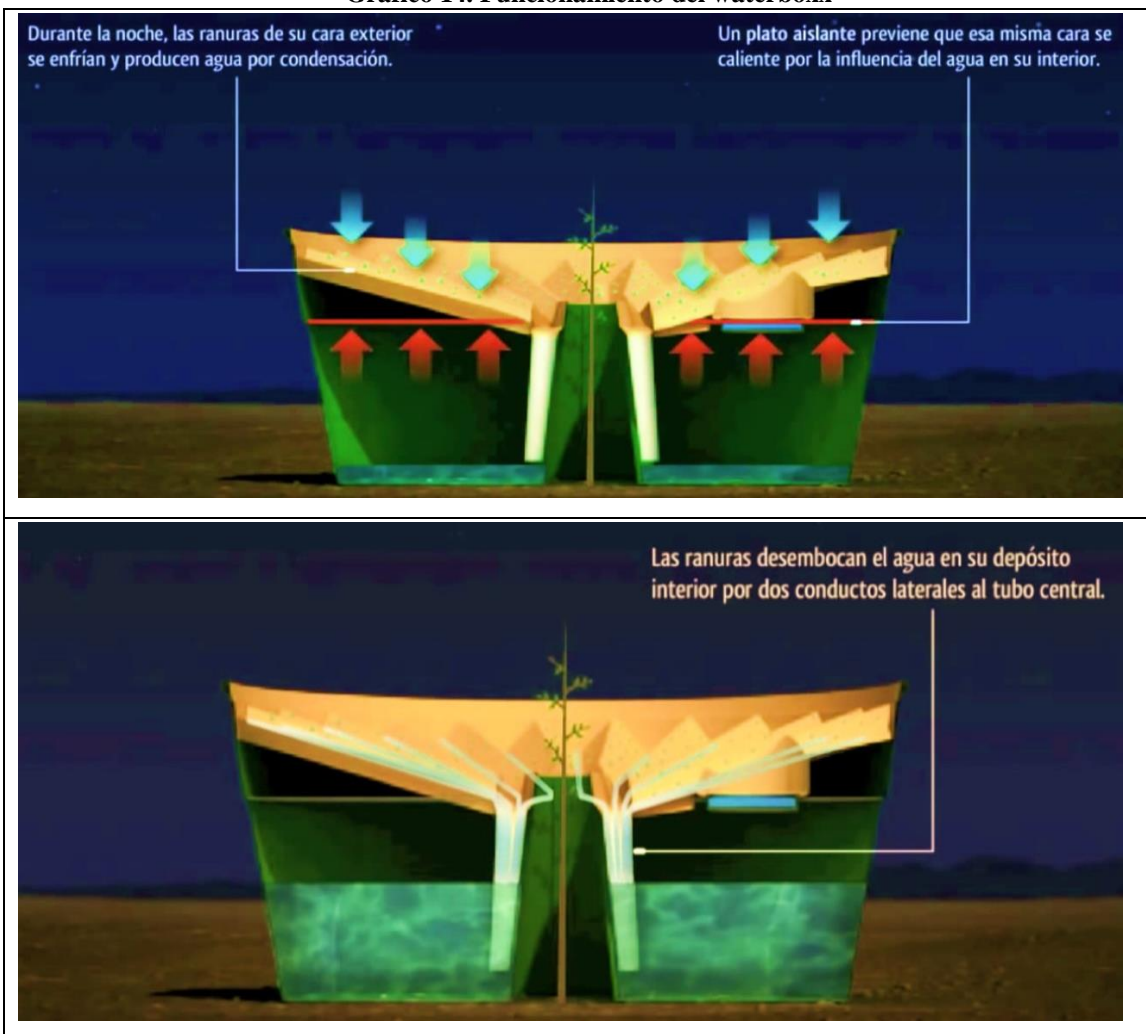
<p style="text-align: center;">BALDE</p> <p>Caja de color verde con tapa de color crema patentada por Aqua Pro, con un diámetro de 50cm y 25cm de alto.</p>	
<p style="text-align: center;">TAPA DE COLOR CREMA</p> <p>con ranuras a su alrededor para la captación de agua lluvia, en el centro tiene dos agujeros que no están separados y dos agujeros separados a los costados donde ingresan dos tubos azules que actúan como sifones y que van hasta el interior del balde llevando toda el agua capturada</p>	
<p style="text-align: center;">TAPA NEGRA INTERNA</p> <p>La principal función es la de evitar la evaporación del agua del balde y crear un microclima adecuado y que provocará mayor condensación interna</p>	

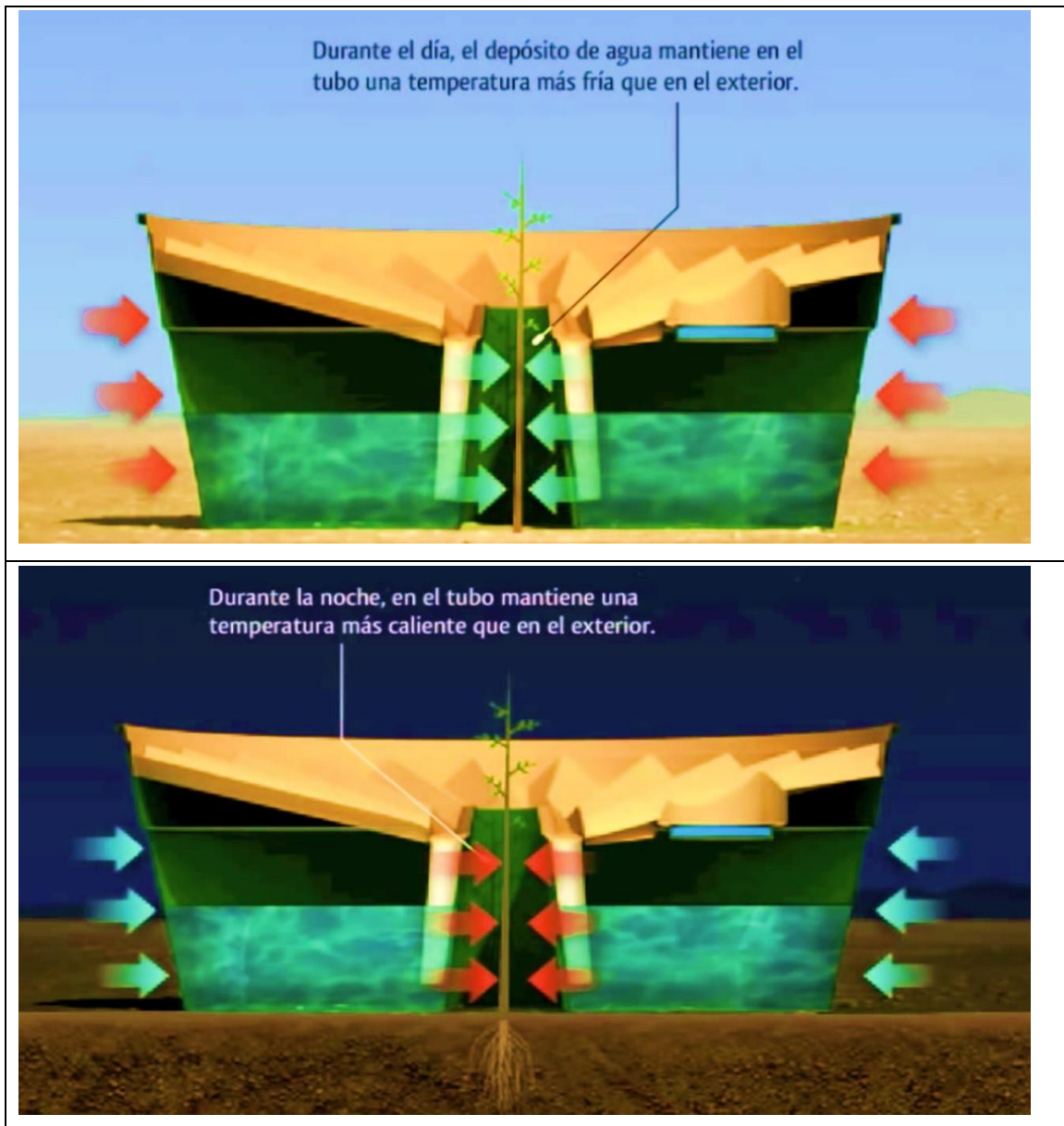


Fuente: adaptado del proyecto agua y vida de Santa Elena.

10.6.4 Proceso de condensación

Gráfico 14. Funcionamiento del waterboxx





Fuente: Agrotec

10.6.5 Lineamiento para el uso del waterboxx. (De acuerdo al fabricante)

- Efectuar un hoyo con una profundidad de 15 cm y 60 cm de ancho, con el fin de no romper la capilaridad del suelo, le ayuda a las raíces encuentren agua a una profundidad de 3 m.
- Colocar 20 litros de agua en tierra arcillosa y 40 litros en tierra arenosa, dejar que se filtre durante 24 horas.

- Luego de las 24 horas antes de proceder a sembrar, romper un poco la capilaridad superficial del suelo para permitir la entrada de oxígeno.
- En caso de ser suelos pobres y desgastados procederemos a incorporar materia orgánica y fertilizante para complementar las necesidades nutricionales
- Confirmar que las raíces de las plantas a sembrar no estén atrofiadas, si se presenta este caso se procederá a realizar un corte de 5-7cm de raíz principal.
- Podamos todos los brotes y hojas innecesarias, esto se realiza para prevenir evapotranspiración.
- Sembrar la planta sin hacer presión para no compactar al suelo. La compactación se realiza después con agua.
- Luego de terminado el proceso de siembra se coloca la lámina blanca anti-evaporación.
- Se coloca el waterboxx sobre el suelo
- Tomar en cuenta la apertura de los hoyos de este a oeste, evitando que los rayos solares lleguen directamente a la planta.
- Se distribuye 4lt de agua directo a la planta y 16 lt en el waterboxx.
- Colocar las seguridades necesarias que pertenecen al waterboxx
- Finalmente se rompe capilaridad alrededor del waterboxx para evitar evaporacion de agua existente en el suelo.
- Su costo es de \$20 la unidad con todos los implementos

10.6.6 Experiencias

El proyecto piloto que se presenta en las islas Galápagos con el nombre de “Galápagos verde 2050”, la tecnología groasis funciona como una herramienta para la restauración ecológica en zonas vulnerables con especies emblemáticas de flora nativa y endémica del archipiélago, pensando a futuro en proveer de una agricultura sustentable y con producción permanente. (DPNG, CGREG, FCD, & GC, 2015)

10.6.7 .España

Para la recuperación de la vegetación en zonas áridas y en proceso de desertificación, se está probando el Groasis waterboxx, para demostrar la eficiencia a la hora de la siembra. Se la implementa en varias provincias españolas como: Zaragoza, Barcelona, León, Zamora y Valladolid. Sven Kallen, es el coordinador del proyecto Life+ Los Desiertos Verdes en esta zona para reforestar España. (ComputerHoy.com, 2015)

10.6.8 Kuwait

En el año 2012 se presentó un evento extremo en la temperatura. Sin embargo la organización Kuwait Oasis plantó árboles ghaf en el desierto. Todos los árboles sobrevivieron, bifurcándose los mismos en otros 3 árboles con una excepcional cantidad de hojas. (Groasis, 2012)

10.6.9 Argentina

Finca La Moraleja. Valle de Anta. Salta. Argentina. Seriamente golpeada por las sequías de los últimos dos años inicia una serie de ensayos con Groasis Waterboxx con el objetivo de encontrar una solución sustentable que no solamente permita superar la problemática de la sequía sino que además pueda reducir sensiblemente la huella hídrica. (Groatec, 2014)

10.6.10 Tecnología Airdrop

El sistema para riego da una solución autosuficiente con baja tecnología. Toma la idea originalmente del escarabajo de Namib, el cual reside en áreas muy áridas que reciben solo media pulgada de lluvia anual, por lo tanto se ha adaptado a condensar la humedad del aire que circula en su espalda que se generan en las primeras horas de la mañana. Su piel hidrófoba atrapa las moléculas de agua que pasan por la brisa y se acumulan en gotas de agua líquida consumible. Se demostró que el prototipo final de una unidad reducida produjo cerca de un litro de agua del aire en un día. Al tomar esta idea el prototipo da esperanzas a la posible solución de largas sequías. La fabricación de este prototipo tiene un costo mediano – elevado. (LINACRE, 2009)



Fuente: Air drop irrigation system

10.6.10.1 Lineamiento para el uso del Airdrop

Adaptado de “Air drop irrigation system”

- Airdrop usa una turbina para empujar aire caliente.
- En una red subterránea con tubos de cobre el cual maximiza el área de la superficie.
- El aire se enfría rápidamente que la temperatura del suelo circundante hace que la humedad que contiene para condensar en la tubería, desde donde gravita.
- En un tanque el agua se suministra a las plantas mediante un sistema de riego por goteo sub-superficial, lo que hace al sistema muy eficiente porque no hay evaporación.
- Después de pasar a través del condensador, que se desarrolló sobre la base de investigaciones sobre los principios de flujo, el aire seco vuelve a la atmósfera.
- La turbina eólica que impulsa la está diseñado para maximizar la entrada de aire.
- Y para cambiar a la electricidad de una batería cuando no hay suficiente viento para conducirlo.
- La batería, que es cargada por un pequeño panel solar, también activa la bomba de presión.
- Bomba sumergible que suministra el sistema de riego con agua del tanque de condensado.
- La bomba está equipada con un interruptor de flotador para cortar la potencia de la bomba.

- Puede cosechar 11,5 ml de agua para cada metro cúbico de aire que pasa a través de él.
- Producir un litro de agua al día, pero aumentar la escala y seguir desarrollando.
- Su costo es de \$2000 con todos sus implementos sin contar los mantenimientos.

10.6.11 Microreservorios

10.6.11.1 Los tanques

Son las estructuras encargadas de almacenar el agua para el sistema proveniente de la red principal o tubería, muy necesarios cuando empieza la época de estiaje y la falta de agua se convierte en un factor determinante para el éxito de la cosecha. También son de suma importancia al momento de considerar el sistema de conducción para mejorar la velocidad de distribución del agua y reducir las pérdidas. (Yala, 1996)

10.6.11.2 Adaptación del sistema de riego

El riego por aspersión es prácticamente apto para la mayoría de cultivos, ya que los aspersores y tuberías presentan diferentes variedades para adaptarse a las necesidades del cultivo. El agua puede ser regada de forma homogénea y según la tasa de infiltración del suelo y una pluviometría compatible se puede controlar la escorrentía y evitar daños al cultivo y al suelo. Otro aspecto importante en el riego por aspersión es considerar las profundidades de las raíces de los cultivos. (Yépez, 2015)

10.6.11.3 Selección del sitio

El diseño y construcción adecuados de los reservorios son indispensables para asegurar el éxito de estas obras, además de hacerlos más fáciles de cuidar, más seguros y económicos. Es ideal considerar en los aspectos constructivos del reservorio el punto más alto de la granja, de modo que el agua pueda llegar desde este punto hasta cualquier lugar de la propiedad. Sin embargo, no siempre es posible tener las condiciones adecuadas para lograr lo anterior.

10.6.11.4 Capacidad de almacenamiento

Para determinar el volumen de agua requerido, debe tenerse en cuenta el uso que se le dará a ella, así como las pérdidas por evaporación e infiltración el agua de reserva. Si el estanque es de forma geométrica no hay ninguna dificultad para calcular el volumen, ya que se usan los cálculos de geometría general.

10.6.11.5 Tubería de conducción del reservorio a la zona de cultivo

Se recomienda utilizar tubería de conducción para evitar pérdidas por infiltración que se pueden dar en un canal abierto, ya sea en tierra o revestido. La idea de la tubería es maximizar el uso del agua, por lo cual, para este tipo de estructura siempre es recomendable. La tubería puede ser en PVC o mangueras de poliducto

10.6.11.6 Evaporación

La evaporación es el cambio de estado del agua de líquido a vapor. La cantidad de agua evaporada depende de la radiación solar, temperatura, vientos y área de espejo de agua

10.6.11.7 Construcción del reservorio

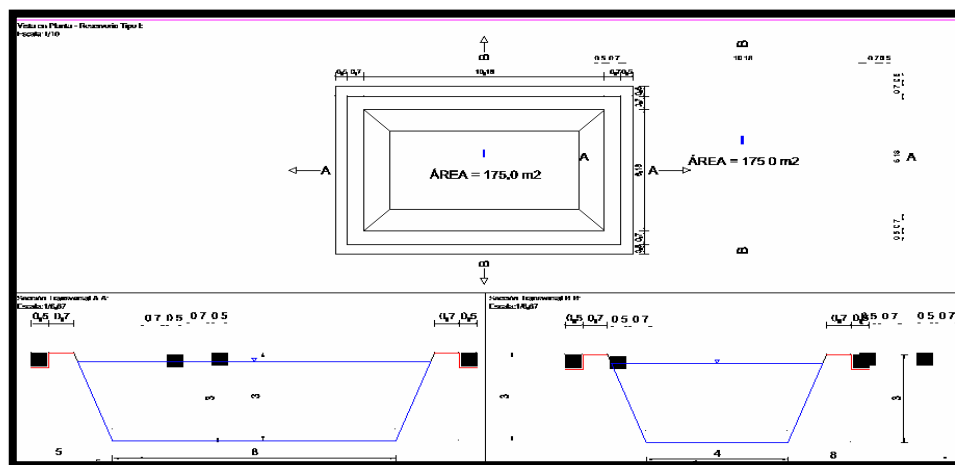
Se refiere al sistema que se va a utilizar como presa y cuya función es detener el cauce natural en una zona tras la cual se forma una represa (el estanque o piscina para almacenar agua).

Este reservorio podrá tener las siguientes dimensiones:

Tipo I: Largo 10.18 metros; ancho 6.18 metros y 3 metros de alto con un corte de 1:1

Tipo II: Largo 9.18 metros; ancho 7.18 metros y 3 metros de alto con un corte de 1:1

Gráfico 16. Microreservorios



Fuente: Talleres participativos CPP

La geomembrana utilizada será de un espesor nominal de 1 mm de alta resistencia, para de esta manera asegurar el óptimo funcionamiento y que sea

muy resistente a los agentes químicos, lixiviados y a la degradación por rayos ultravioletas

Si alguna persona beneficiaria requiere cubrir un área mayor a la del reservorio, tendría que correr con los gastos que este genere.

Su costo es de \$3000 en este caso en las dimensiones especificadas como micro, mientras su tamaño aumenta el precio también.

10.7 Matriz de decisiones

Se utilizó la matriz de decisión como una herramienta donde se evaluó y priorizó entre tres opciones acerca de la cosecha de agua, en la lista que se elaboró. Se dio criterios de costos, dependencia tecnológica, instalación, mantenimiento, operación, eficiencia en el uso de agua.

De entre estas opciones se le asignó una cantidad las cuales fueron reduciendo, su valor por cuando el de menor valor tiene más posibilidades de adaptación en el lugar.

Tabla 13. Valoración

Valoración	
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Autores

A continuación, se detalla el desarrollo de la matriz.

Tabla 14. Matriz de decisiones.

MATRIZ DE DECISIÓN								
Variables								Relación
Modelos	Costo	Dependencia Tecnología	Instalación	Mantenimiento	Operación	Ineficiencia de uso (agua)	Total	Total / 30
Airdrop	4	4	4	5	5	2	24	80%
Microreservorio	5	5	5	4	4	5	28	93%
Waterboxx	2	1	2	2	3	1	11	37%

Elaborado por: autores

Luego de la valoración individual de cada modelo se dio los porcentajes correspondientes, por tanto, se seleccionó el prototipo waterboxx por obtener la calificación más rentable de las diferentes variables, los valores de menor cantidad en el total dan un resultado positivo, en este caso el 37% fue el menor porcentaje lo cual representa que el modelo elegido proporciona ahorro y eficiencia de su uso.

Mientras que para los dos modelos descartados el porcentaje fue de 80% y 93% respectivamente, dando un resultado negativo con los diferentes parámetros, es así que fueron anulados para la implementación del proyecto.

Dando como decisión el uso de modelo waterboxx para la elaboración del proyecto.

10.7.1 Mediciones de la cantidad de agua recolectada mediante el modelo waterboxx

Se experimentó en la propiedad del Sr. Isidro Chicaiza, el cual es dueño de un invernadero de 1600m² de área.

Se implementaron 20 prototipos:

16 waterboxx con plántulas de tomate de riñón.

1 waterboxx fuera del invernadero totalmente sellado para medir la captura de agua.

1 waterboxx dentro del invernadero totalmente sellado para medir la captura de agua.

2 waterboxx fuera del invernadero con árboles en crecimiento.

Tabla 15. Promedios de las mediciones semanales

CANTIDAD INICIAL	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
115 mm	104,3 mm	98,0 mm	88,3 mm	78,25 mm

Elaborado por: autores

10.7.2 Comparación de modelos sobre el recurso hídrico.

10.7.2.1 Sistema de riego convencional (Goteo)

Tabla 16. Cálculos riego convencional

Tiempo	Cantidad por planta	Cantidad de plantas	Cantidad de uso de agua/ pasando un día	Cantidad de uso de agua 32 plantas	Cantidad de agua por 32 plantas en 28 días
15min	0,45 l	32	6,3 l	14.4 l	201,6 l

Fuente: Autores

10.7.2.2 Sistema de riego con el modelo (Waterboxx)

Tabla 17. Cálculo riego waterboxx

Tiempo	Cantidad 2 plantas por modelo.	Cantidad de plantas	Cantidad de uso de agua/día por modelo	Cantidad de uso de agua 32 plantas	Cantidad de agua por 32 plantas en 28 días
Constante	0,2 l	32	3,2 l	3,2 l	89,6 l

Fuente: Autores

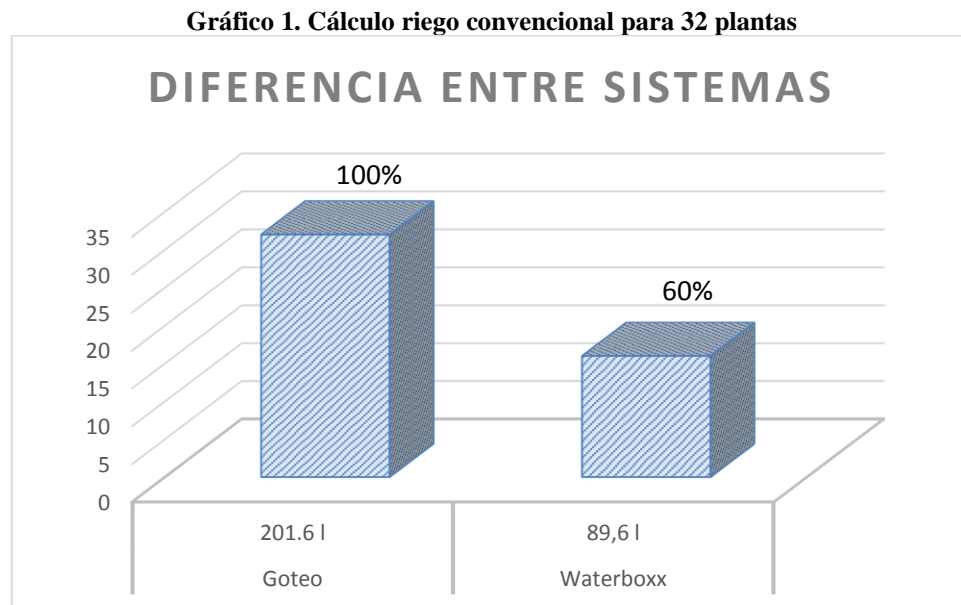
La diferencia entre riego convencional y waterboxx para 32 plantas de tomate de riñón es de 112 l en 28 días, dando a notar el ahorro sustancial y sostenible de un 60% en la eficiencia de uso con el recurso hídrico.

Tabla 18. Valores estimados de condensación y ETP

Volumen inicial (16 l)		Consumo	Riego por 2 mechas	Estimado de condensación	Pérdida de evapotranspiración (ETP)	
M1	14,5 l	1,5 l	1,6 l	0,1 l	4 mm	0,5 l
M2	13,6 l	0,9 l	1,6 l	0,7 l	17 mm	2,4 l
M3	12,28 l	1,32 l	1,6 l	0,28 l	24 mm	3,42 l
M4	10,8 l	1,48 l	1,6 l	0,12 l	34 mm	4,8 l
Reposición en 28 días				1,2 l	Total	11,12 l

Fuente: Autores

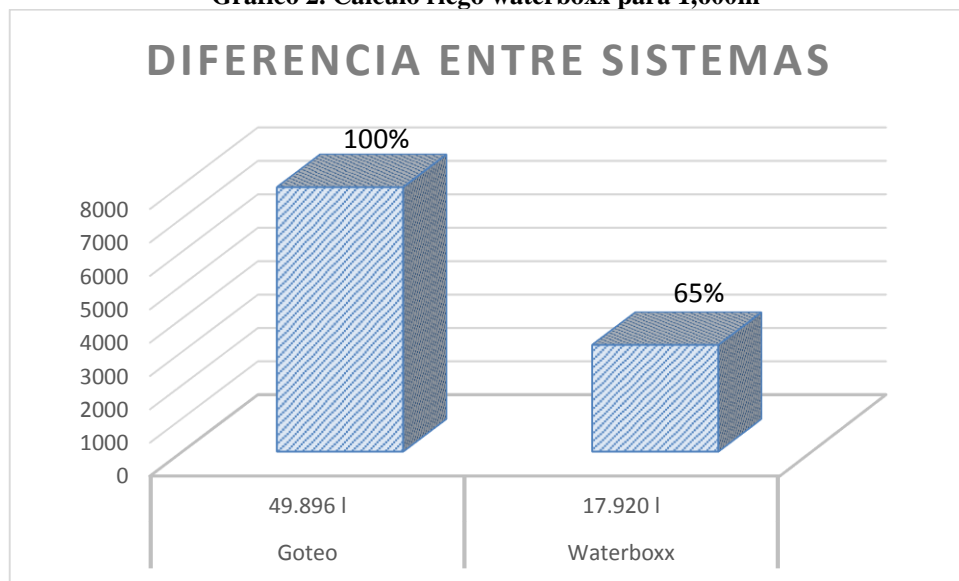
La reposición de agua estimada por condensación en 28 días es de 1,2 l dando un resultado bajo a diferencia de lo consumido, es decir que las condiciones climáticas dentro del invernadero reducen significativamente la obtención del recurso hídrico de la atmósfera, provocando que la evapotranspiración sea alta lo que incide en la eficiencia del waterboxx.



Elaborado por: autores

El ahorro de consumo de agua con el waterboxx es de un 60% en 28 días a diferencia del sistema convencional (goteo), demostrando la eficiencia de uso sin dependencia tecnológica.

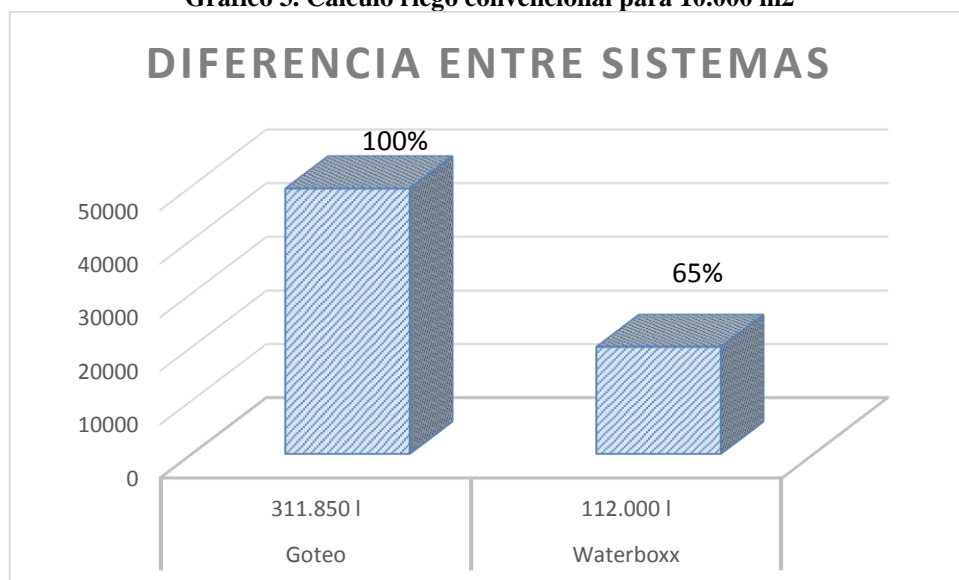
Gráfico 2. Cálculo riego waterboxx para 1,600m²



Elaborado por: autores

El ahorro de consumo de agua proyectado a una área de 1.600 m² con el waterboxx es de un 65% en 28 días a diferencia del sistema convencional (goteo), demostrando la eficiencia de uso sin dependencia tecnológica.

Gráfico 3. Cálculo riego convencional para 10.000 m²



Elaborado por: autores

El ahorro de consumo de agua proyectado a una área de 10.000 m² con el modelo implementado es de un 65% en 28 días a diferencia del sistema

convencional (goteo), demostrando la eficiencia de uso sin dependencia tecnológica.

10.8 Impacto socio ambiental del modelo aplicado.

La tecnología waterboxx para el uso de agua señala un ahorro significativo en comparación con el riego convencional por goteo, mostrando eficiencia en la siembra en áreas donde se dificulta la obtención del recurso hídrico, ayudando a ahorrar costos y al mismo tiempo optimizar el líquido vital. Podemos hablar de un ahorro significativo de entre el 60% y hasta un 90%. Dependiendo las condiciones locales.

Las raíces principales al ser irrigadas crecen entre medio a un centímetro por día en la profundidad del suelo. Con este modelo podemos decir que el ecosistema se vuelve a reponer, dando fortaleza a la planta para que se sostenga y llegue cosecha positiva, en el caso de vegetales y frutales.

Se puede resembrar con el mismo prototipo durante 15 a 20 años dependiendo el uso y el trato, siendo un factor importante que permite un uso de agua eficiente. Al realizar la comparación con los microreservorios que es el sistema actual que depende la parroquia Cangahua, hace que estos consuman tiempo, esfuerzo y una fuerte inversión económica. Para el sistema de riego que ofrecen los microreservorios no es constante puesto que depende totalmente de la fuente de páramos. Cuando los páramos no pueden proveer la cantidad suficiente de agua en el sistema se vuelve insostenible.

11 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

11.1 Técnica

- Innovación técnica a un área tradicional con nueva cultura para el uso de agua.
- No necesita de dependencia tecnológica para su instalación, mantenimiento y operación.

11.2 Ambiental:

- Reduce el impacto en los canales de riego.
- Ahorro en la cantidad de agua al evitar la evo transpiración y aumentar la cantidad por condensación.
- Disponibilidad eficiencia de uso de agua.

11.3 Social

- Menor costo en la implementación.
- Fomentar una cultura de conservación y uso óptimo de agua.

11.4 Impactos negativos

- El principal y evidente impacto es el desecho del plástico después de su uso. Es un producto que contiene un alto rango de material sintético y semi-sintético extremadamente maleable y moldeable hecho con polímeros de compuestos orgánicos.

12 PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Tabla 19. Presupuesto

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario	Valor Total
			\$	\$
Equipos	1	1	30	30
Impresiones	1	1	100	100
Flash Memory	1	1	16	16
Cámara fotográfica	1	1	200	200
Transporte y salida de campo				
Salida a Cangahua	7	2	20	140
	4	2	15	60
Materiales y suministros				
Resma de papel A4	4	1	4	8
Tinta continua	4	4	3,50	14
Pilas para Gps	10	1 par	2	20
Prototipo				
Materiales	20	20	30	600
Material Bibliográfico y fotocopias.				
Libreta de campo	25	1	2,50	2,50

Gastos Varios				120
Alimentación	30 días	3	4	
Internet	90 días	1	0,75	67,50
Otros Recursos				
Materiales de escritorio	1	10	20	200
Empastados	3	1	15	45
Sub Total				1623
14%				227,22
TOTAL				1850,22

Fuente: Autores

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Como modelo sustentable se eligió al waterboxx de entre tres modelos de gestión de agua tomando en cuenta varios parámetros, pero priorizando la parte económica y la sostenibilidad en el recurso hídrico, la tecnología waterboxx, ha dado resultados positivos para enfrentar la problemática de escasas de lluvia y sequía en el verano. Mostró una significativa retención de agua para suplir la necesidad de las plántulas.
- La cantidad de agua inicial utilizada en el waterboxx fue de 16 l. el consumo semanal por la mecha fue de 1,6 l totalizando 6,4 l. la condensación total estimada para las 4 semanas es de 1,2l dentro de invernadero, demostrando un ahorro de agua de un 60% como resultado constituyéndose esta alternativa de riego en una herramienta para mitigar los efectos ocasionados por las sequías
- En los impactos socio ambientales se evidenció que el waterboxx no requiere de una fuente permanente de agua, por lo que incrementa su sostenibilidad y resiliencia del modelo productivo especialmente en zonas áridas.
- El costo en comparación a los otros modelos contrastados tiene un costo bajo considerando la vida útil del waterboxx de hasta 15 años, siendo así uno de los más económicamente viables.

13.2 Recomendaciones

- Seguir realizando estudios en otros especímenes y en diferentes condiciones de campo abierto y en cubierta.
- Realizar la divulgación del waterboxx elegido para el ahorro de agua en el sistema de producción agrícola familiar.

- Adaptar al modelo un nuevo sistema de riego capilar de liberación de agua que permita un mayor control de flujo.
- La época propicia para el uso de modelos de cosecha de agua para esta zona es en la época seca (detallado en el diagrama de Gausson), donde la escasez del recurso hídrico es crítica.

14 BIBLIOGRAFÍA

- AQUASTAT website. (2016). AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*. Retrieved from http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm
- Blair, E. (1965). Manual de riegos y avenamiento. Bib. Orton IICA / CATIE. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=jd0OAQAIAAJ&pg=PA38&dq=movimiento+capilar+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiomK7NobvRAhVBRCYKHcfqAXsQ6AEILzAC#v=onepage&q=movimiento+capilar+del+suelo&f=false>
- Blondel, J. (2015). The Mediterranean region. Biological diversity in space and time. *PhD Proposal*. OUP Oxford, 2010. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bustillos, M. E. G. (2012). Cayambe entre la agroempresa y la agrobiodiversidad. Flacso-Sede Ecuador, 2012. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=f7PdAijYIGwC&dq=agricultura+cayambe++2015&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Cangahua, G. (2015). Parroquia de Ambuquí. *GAD Ibarra*, 0–227.
- Chiliquinga, M. J. O. (2015). ESTUDIO DEL ESPACIO A PARTIR DE ELEMENTOS GEOECOLÓGICOS, SOCIALES Y CULTURALES, EN LA PARROQUIA DE CANGAHUA, 0–43.
- ComputerHoy.com. (2015). Waterboxx, el invento que frena la desertificación en España, Desiertos Verdes. Retrieved from <http://losdesiertosverdes.com/noticias-life/waterboxx-el-invento-que-frena-la-desertificacion-en-espana-636.html>
- Croiset, M. (1976). Humedad y temperatura en los edificios: condensaciones y confort térmico de verano y de invierno. TECNICOS ASOCIADOS, S.A. - Barcelona 1976. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=xDmmDJJra8EC&pgis=1>
- DPNG, CGREG, FCD, & GC. (2015). *Informe Galápagos 2013-2014*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Enriquez, R. R. (2013). Tipos de Climas y microclimas. *Tipo de Climas*, 1–11.
- Epper, H. O. T. P., Annum, C. A., Nalliah, V., & Ranjan, R. S. (2010). *E c i s b y q h p*, 26(5), 807–816.
- FAO. (1993). Erosion de suelos en America Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Oficina Regional de la FAO para América Latina


- y el Caribe. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S00.htm>
- FAO. (2000). CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA _ Joaquin Gallego - Academia. Retrieved from https://www.academia.edu/3797426/CAPTACIÓN_Y_APROVECHAMIENTO_DE_AGUA_LLUVIA
- FAO. (2007). El cambio climático, el agua y la Seguridad Alimentaria. *Grupo de Trabajo Cambio Climático*, 5–6. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142s07.pdf>
- FAO. (2013a). *Afrontar la escasez de agua*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3015s.pdf>
- FAO. (2013b). Capítulo 2 Producción y seguridad alimentaria- FAO. Departamento de agricultura. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/006/W0073S/w0073s06.htm>
- Felder, R., & Rousseau, R. (2004). Principios de los Procesos Químicos. Reverte, 1982. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=wrQqoXf1UwC&pgis=1>
- FIDA. (2010). Desertificación. *Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola*, 1–4.
- Fundacion para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. (n.d.). Componentes de un Sistema de Captación de agua de lluvia. Retrieved from <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=4432>
- Gliessman-Stephen, R. (2002). Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. *Diversidad Y Estabilidad Del Agroecosistema*. CATIE, 2002. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Cangahua. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cangahua, 0–127. Retrieved from http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/leytransparencia/literal_k/ppot/cayambe/ppdot_cangahua.pdf
- Greenpeace. (2008). Agricultura industrial _ Greenpeace España. Retrieved from <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Agricultura-industrial/>
- Groasis. (2012). Oasis Kuwait - plantando árboles con altas temperaturas - Tecnología. Retrieved from <https://www.groasis.com/es/proyectos/plantacion-de-arboles-ghaf-en-el-desierto-de-kuwait-con-una-alta-tasa-de-supervivencia-y-menos-agua>
- Groasis. (2014). Ecuador_ plantación de árboles y verduras _ Proyectos Groasis. Retrieved from <https://www.groasis.com/es/proyectos/agua-vida-y-naturaleza-plantacion-de-arboles-y-verduras-en-ecuador>

- Groatec. (2014). Novedades en Argentina - [http _groatec](http://www.groatec-groasis.com.ar/novedades-en-argentina). Retrieved from <http://www.groatec-groasis.com.ar/novedades-en-argentina>
- IICA, Suelo, S. M. de la C. del, & FAZ. (1997). IV Reunión Nacional sobre sistemas de Captación de lluvia. IICA Biblioteca Venezuela, 1997. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=9byKgeW4mr4C&pgis=1>
- LINACRE, E. (2009). Airdrop Irrigation System. Retrieved from <http://www.rexresearch.com/linacre/linacre.html>
- Lyall, A. (2010). Los usos de la memoria poder y resistencia en Cayambe. Flacso-Sede Ecuador, 2010. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=6WpTxPwzPtsC&dq=cayambe&hl=es&source=gb_s_navlinks_s
- Marc Becker, S. T. (2009). Historia agraria y social de Cayambe - Marc Becker, Silvia Tutillo - Google Libros. Flacso-Sede Ecuador, 2009. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=W0FTCTsH8rUC&pg=PA36&dq=cayambe&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiSx-uPos_UAhWF4SYKHTcODWAQ6AEIJTAB#v=onepage&q=cayambe&f=false
- Mongil Manso, J., & Martínez de Azagra Paredes, A. (2007). Técnicas de recolección de agua y oasisificación para el desarrollo de la agricultura y la restauración forestal en regiones desfavorecidas. *Cuadernos Geográficos*, 40, 13. Retrieved from <http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/040/040-004.pdf>
- MREMH. (2014). Lucha contra la Desertificación – Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana. MREMH. Retrieved from <http://www.cancilleria.gob.ec/lucha-contra-la-desertificacion/>
- Paredes Chauca, M., Sherwood, S., & Arce, A. (2016). Repositorio Digital FLACSO Ecuador_ La contingencia del cambio social en la agricultura y la alimentación en América Latina_ presentación del dossier. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10469/8402>
- Pieter Hoff. (n.d.). Groasis Waterboxx plant trees in dry areas! Retrieved from <https://www.groasis.com/component/ifaq/article/109-tecnologia/605-condensacion?lang=es>
- Piña, M., Esteban, G., Cobos, S., & Andrés, P. (2011). Diseño de un sistema para reciclado, control y utilización de agua lluvia en la ciudad de Cuenca. *UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA-CUENCA*, 128.

- Rima, M., & Hanspeter, L. (2013). *Water Harvesting: Guidelines to Good Practice*. (William Critchley (Sustainable Land Management Associates), Ed.). Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/u3160e/u3160e00.htm#Contents>
- Shiva, V. (2004). Las guerras del agua. Privatización, contaminación y lucro. Siglo XXI, 2003. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Stöckhardt. (1867). La química usual aplicada á la agricultura y a las artes - Stöckhardt - Google Libros. Imprenta de J. M. Ducazcal, 1867. Retrieved from https://books.google.es/books?id=zCeDwsBTbrC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- William B. Rice. (2011). La Evaporacion - William B. Teacher Created Materials, 2011. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=5QwuhOkehIAC&pg=PP10&dq=evaporacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwji5YKe2JfRAhXKRyYKHbEBBqoQ6AEIGDAA#v=onepage&q=evaporacion&f=false>
- Yala, A. (1996). Manual de prácticas agroecológicas de los andes ecuatorianos - Google Libros. Editorial Abya Yala, 1996. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=O2i6qooj_PYC&pg=PT114&dq=reservorios+de+agua+para+riego&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiCkc3tkYDVAhVLTSYKHSIjBP8Q6AEIMjAE#v=onepage&q=reservorios de agua para riego&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=O2i6qooj_PYC&pg=PT114&dq=reservorios+de+agua+para+riego&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiCkc3tkYDVAhVLTSYKHSIjBP8Q6AEIMjAE#v=onepage&q=reservorios+de+agua+para+riego&f=false)
- Yépez, L. E. E. (2015). Diseño de un sistema de riego para la hacienda San Antonio , ubicada en la parroquia Machachi , Cantón Mejía , Provincia de Pichincha Leonardo Esteban Erazo Yépez Leonardo Esteban Erazo Yépez, 1–92. Retrieved from <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4996/1/122661.pdf>

15 ANEXOS.

Anexo 1. Aval de traducción



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

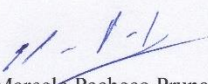
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; Gissela Monserrate Cunuhay López y Jorge Johao Villagómez León, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE COSECHA DE AGUA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN UN ECOSISTEMA ÁRIDO EN LA PARROQUIA CANGAHUA, CANTÓN CAYAMBE, PROVINCIA DE PICHINCHA.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, agosto del 2017

Atentamente,



Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502617350



CENTRO DE IDIOMAS

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

Anexo 2. Hoja de vida del tutor

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES: CORDOVA YANCHAPANTA VICENTE DE LA DOLOROSA Cédula/Pass: 1801634922



FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO: 05/04/1960 EN 593_ZONANODELIMITADA_MDCU_900351

SEXO: HOMBRE ESTADO CIVIL: CASADO/A DISCAPACIDAD: NINGUNA

DIRECCIÓN: 593_PICHINCHA_MEJÍA_170350 23 DE JULIO 0202 Y LUIS CORDERO

Teléfono Convencional: 032875191 Celular: 0999731878 Operadora: ALEGRO

DATOS ACADÉMICOS:

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
Doctor PH.D	DOCTOR EN EDUCACIÓN	Ciencias Basicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-12303
Magister	MASTER OF SCIENCE	Ciencias Basicas	Medio Ambiente	EEUU	5435R-12-11953
Ingeniero (a)	INGENIERO AGRÓNOMO	Agrícola y Pecuaria	Ciencias Agrarias	Ecuador	1010-08-866090

CURSOS Y CERTIFICADOS:

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
Actualización Científica	CONFERENCIA REGIONAL ANDINA: CONFRONTANDO LOS IMPA	AGENCIA NACIONAL DEL AGUA, PERÚ	20	13/febrero/2015
Certificado	APLICACIÓN DE ITEMS MEDIANTE RECURSOS E-LEARNING Y	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	10	22/noviembre/2014
Actualización Científica	I JORNADAS CIENTÍFICAS "UTC 2014", CIENCIA, TECNOL	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	03/octubre/2014
Certificado	CUMBRE DEL BUEN CONOCER	MINISTERIO COORDINADOR DE CONOCIMIENTO Y TALENTO H	40	30/mayo/2014
Curso	CAPACITACIÓN SOBRE ELABORACIÓN DE PUBLICACIONES CI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	28/febrero/2014
Actualización Científica	FITOMEJORAMIENTO Y SISTEMAS DE SEMILLAS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	13/noviembre/2013
Formación Pedagógica Andragógica	JORNADAS JORNADAS ACADÉMICAS 2013 "GESTIÓN ACADÉMI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	15/marzo/2013

PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:

TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

EXPERIENCIA LABORAL:

TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
------	-------------	-------	---------	--------	-----	------------	---------

DATOS LABORALES DENTRO DE LA UTC:

CAMPUS	RELACION-LAB	CARGO	FUNCION-ADM
SL	Contrato con Relacion de Dependencia	Docente	PROFESOR OCASIONAL - PHD - TIEMPO COMPLETO

Anexo 3. Tabla de operacionalización

ANEXOS. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
OBJETIVOS	ACTIVIDADES	VARIABLES	CONCEPTO	DIMENSIONES	INDICADORES
Caracterizar agroclimáticamente el agro ecosistema de la zona de estudio.	Delimitar el área de estudio	Agricultura	Es el cultivo de la tierra para obtener productos alimenticios.		Estratos socioproductivo(Técnica)
		Clima	Condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos, etc.	Años	Patrones de evaluación de temperatura.
	Definir conceptos agroclimáticos	Diversidad de cultivo	Siembra de diferentes cultivos en un mismo lugar.	Porcentaje. (%)	Tipos de cultivo.
		Régimen de lluvia	Es el comportamiento de las lluvias a lo largo del tiempo.	Metros cúbicos/segundo. (m ³ /s)	Comportamiento de lluvia.

		Humedad relativa	Relación entre la cantidad de vapor de agua que tiene una masa de aire y la máxima que podría tener.	Porcentaje. (%)	Cantidad
		Suelo	capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación	m ²	Área Permeabilidad Topografía
Definir un prototipo de uso de agua para la producción en	Revisión de prototipos.	Tecnologías de cosecha de agua	Un prototipo conformado por varios componentes, para desempeñar una función determinada.	Número de prototipos	Funcionamiento del prototipo.
	Elaboración de los Parámetros para la matriz de decisión.	Social	Analizar las proporciones de las fuerzas de		Cantidad de información procesada.
Agroecología sostenible.		Ambiental Económico	Relaciones entre conjuntos de información.	Porcentaje. (%)	

	Aplicación de la Matriz de decisión.				
	Elección del prototipo.	Sostenibilidad	Asegura las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras.	Números de prototipo.	Funcionamiento del prototipo.
	Implementación del prototipo.				
Determinar el potencial impacto socio ambiental del prototipo aplicado	Identificación de los impactores.	Impactos socio ambiental	Intervenciones humanas al ambiente	Positivo Negativo	Efectos.

Fuente: Autores

Anexo 4. Estaciones meteorológicas para Cangahua

CÓDIGO	NOMBRE	INICIO INF	FINAL INF	UTMY	UTMX	ELEVACIÓN		INF, DISPONIBLE	TIPO DE ESTACIÓN
M023	OLMEDO	02/10/1975	29/12/2006	10015349	829061	3120		1975-2006	CO
M344	CANGAHUA	16/03/1963	16/08/2005	9993325	815134	3140		1963-2002	PV

Fuente: FONAG (2008); IEE-MAGAP (2011).

Anexo 5. Datos meteorológicos considerados para Cangahua.

Código	Estación	Datos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio Total (MM)
M023	Olmedo- Pichincha	Temperatura (C°)	11,6	11,7	11,8	12	12,1	11,7	11,4	11,5	11,7	12,2	12	11,9	11,8
M344	Cangahua	Precipitación (mm)	49,2	68,9	82,4	87,3	62,3	33,7	19,7	18,0	43,3	85,2	84,1	65,7	699,8

Fuente: FONAG (2008); IEE-MAGAP (2011).

Anexo 6. Encuesta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
INGENIERIA DE MEDIO AMBIENTE

La carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi en su programa de proyectos de investigación para titulación de pre-grado, está realizando la siguiente encuesta con la finalidad de obtener información para el desarrollo del proyecto a implementarse con el objeto del estudio sobre cosecha de agua.

ENCUESTA PERSONAL

Edad:

Fecha:

Sexo:.....

MARQUE CON UNA (X) LA RESPUESTA QUE CREA CONVENIENTE

Nº	PREGUNT	RESPUESTA
1	¿Cree usted que el agua que provee a sus cultivos es suficiente?	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> Tal vez: <input type="checkbox"/>
2	¿Qué tipo de cultivo realiza frecuentemente?	
3	¿Cree usted que el clima en su sector afecte a sus cultivos actualmente?	Si: No: Tal vez:
4	¿Cree usted que el suelo está en óptimas condiciones para la siembra de sus cultivos?	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> Tal vez: <input type="checkbox"/>
5	¿Qué fuentes de agua conoce a dispone?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	¿Sabe que es cosecha de agua?	Si: No: Tal vez:
7	¿Estaría dispuesto a conocer sobre lo que es la cosecha de agua?	Si: No: Tal vez:
8	¿Conoce los beneficios que brindaría una cosecha de agua?	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> Tal vez: <input type="checkbox"/>
9	¿Estaría dispuesto a implementar algún método para la cosecha de agua?	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> Tal vez: <input type="checkbox"/>
10	¿Cree usted que con la implementación de algún método de cosecha de agua aseguraría su producción?	Si: <input type="checkbox"/> No: <input type="checkbox"/> Tal vez: <input type="checkbox"/>

Anexo 7. Tablas de tabulaciones de encuestas

CATEGORÍA	FRECUENCIA
Masculino	12
Femenino	18
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
Entre 18 y 30	2
Entre 30 y 40	8
Entre 40 y 50	10
Entre 50 y 60	10
TOTAL	30

Fuente: Autores.

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	3
NO	27
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	27
NO	3
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	25
NO	5
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	8
NO	22
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	30
NO	0
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	10
NO	20
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	27
NO	3
TOTAL	30

Fuente: Autores

CATEGORÍA	FRECUENCIA
SI	30
NO	0
TOTAL	30

Fuente: Autores

Anexo 8. Dimensiones de consumo de agua

N.	Cantidad inicial	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
	22 de junio del 2017	29 de junio	06 de julio	13 de julio	17 de julio
Wáter boxx con plántulas de tomate riñón					
1	115 mm	111 mm	99 mm	89 mm	77 mm
2	115 mm	106 mm	98 mm	90 mm	80 mm
3	115 mm	105 mm	96 mm	87 mm	76 mm
4	115 mm	104 mm	97 mm	85 mm	73 mm
5	115 mm	101 mm	93 mm	80 mm	69 mm
6	115 mm	100 mm	90 mm	76 mm	69 mm
7	115 mm	102 mm	90 mm	85 mm	73 mm
8	115 mm	111 mm	100 mm	90 mm	81 mm
9	115 mm	112 mm	101 mm	91 mm	82 mm
10	115 mm	96 mm	93 mm	85 mm	76 mm
11	115 mm	104 mm	102 mm	92 mm	81 mm
12	115 mm	102 mm	101 mm	91 mm	79 mm
13	115 mm	101 mm	104 mm	95 mm	86 mm
14	115 mm	103 mm	99 mm	87 mm	78 mm
15	115 mm	101 mm	99 mm	91 mm	86 mm
16	115 mm	110 mm	106 mm	99 mm	86 mm
Water boxx sellado fuera del invernadero					
17	70 mm	78 mm	79 mm	79 mm	79 mm
Water boxx sellado dentro del invernadero					
18	70 mm	77 mm	78 mm	78 mm	78 mm
Water boxx con árbol de limón					
19	115 mm	113 mm	110 mm	129 mm	126 mm
Water boxx con árbol de mandarina					
20	115 mm	113 mm	110 mm	120 mm	123 mm

Fuente: autores

Anexo 9. Cálculos

Cálculo riego convencional para 32 plantas

Sistema	Cantidad en 28 días	Total	Área
Goteo	201,6 l	32	3,2 m ²
Waterboxx	89,6 l	16	4 m ²

Elaborado por: autores

. Cálculo riego waterboxx para 1,600m²

Sistema	Cantidad en 28 días	Total	Área
Goteo	49.896 l	7920	1.600 m ²
Waterboxx	17.920 l	3200	1.600 m ²

Elaborado por: autores

Cálculo riego convencional para 10.000 m²

Sistema	Cantidad en 28 días	Total	Área
Goteo	311.850 l	49500	10.000 m ²
Waterboxx	112.000 l	20000	10.000 m ²

Elaborado por: autores

Anexo 10. Fotografías - proceso de implementación

<p>Plántulas sembradas en los modelos</p>	<p>Incrustación de una mecha adicional</p>
	
<p>Hoyo preparado y placa anti evaporación</p>	<p>Ubicación de los modelos</p>
	
<p>Colocación de los 16l de agua</p>	<p>Puesta de tapas en los modelos</p>
	

Primera medición

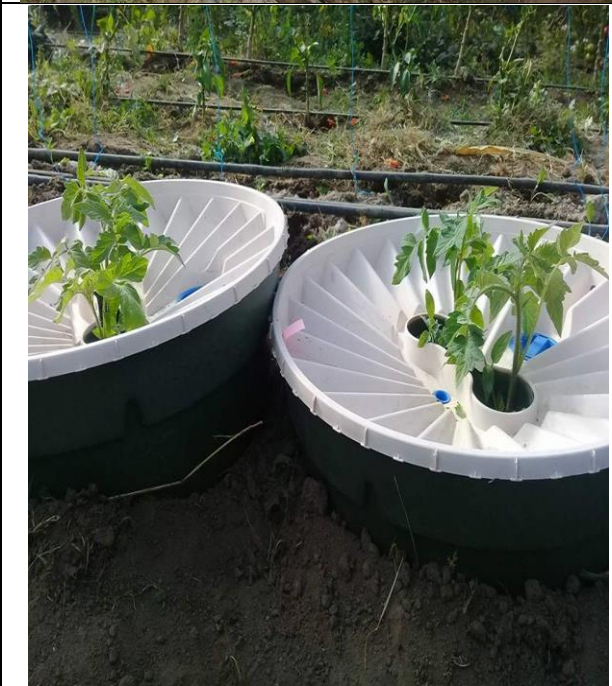


Segunda medición





Tercera medición



Cuarta medición ζ





Fuente: Autores