



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

“Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori- Provincia de Los Ríos.”

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

**Xavier Santiago Galindo Coronel
José Bolívar Sotamba Aucapiña**

Director:

Ing. Pedro José Cisneros Espinoza M. Sc.

Cuenca, Ecuador

2014



RESUMEN

La presente tesis se realizó dentro del megaproyecto PACALORI (Plan de Aprovechamiento y Control del Agua, en la Provincia de Los Ríos), ubicado en la Demarcación Hidrografía del río Guayas, en las regiones Sur Occidental, Central y Sur de la Provincia de los Ríos. El alcance del proyecto es el control de inundaciones y almacenar el agua durante la temporada de lluvias, en grandes, medianos y pequeños embalses, para garantizar el suministro de agua de riego para una superficie aproximada de 100.000 ha.

La “Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego” se realizó en las zonas de Chojampe y Mangas Saibas, con superficies de irrigación de 13.215 Ha y 22.191 Ha; las mismas que tendrán 105 y 180 millones de metros cúbicos de agua almacenados en los respectivos embalses. En estas áreas se analizó las tasas de incorporación, las necesidades de capacitación y la simulación del consumo de agua mediante el diseño de una herramienta informática elaborada en Microsoft Excel, dando así gastos del 89 % y 92 % del volumen total de los embalses de Chojampe y Mangas Saibas en las áreas propuestas.

La herramienta informática es de uso exclusivo para el proyecto, el cual permitirá tener un modelo agronómico de consumo de agua a nivel de parcela, con el cual se podrá realizar diferentes combinaciones de los cultivos propuestos.

Las tasas de incorporación fueron realizadas en base a proyectos de riego ejecutados en el Ecuador y la propuesta por el Proyecto PACALORI; con lo cual este proyecto preverá capacitar a 300 y 600 familias/año, que son usuarios en las áreas de riego de los embalses Chojampe y Mangas Saibas respectivamente.

Palabras Claves: SIMULACIÓN, TRASVASE, EMBALSE, BALANCE HÍDRICO, MODELO AGRONÓMICO



ABSTRACT

This thesis was conducted within the megaproject PACALORI, located in the Guayas river basin. This basin corresponds to the South Western and Central South regions of Province of Los Rios, Ecuador.

The main aim of the project Pacalori is to control floods and to storage water during the rainy season, in large, medium and small reservoirs to ensure the supply of irrigation water to an area of approximately 100.000 ha.

The "Simulation of several scenarios of water consumption using technified irrigation for agricultural development" was held in reservoirs of Mangas Saibas and Chojampe. These reservoirs has a surface irrigation of 13.215 ha and 22.191 ha respectively. These have 105 and 180 million cubic meters of water stored in reservoirs. In these areas, the rates of inclusion of plot, the training needs and simulation of water consumption was conducted by the development of a informatics tool in Microsoft Excel ,resulting in spends of 89% and 92% of the total volume of reservoirs Chojampe and Mangas Saibas in the proposed areas.

This tool is used exclusively in the project, which will have an agronomic model of water consumption at plot level. It can make different combinations of the proposed crops.

The inclusion model was based on irrigation projects already implemented in Ecuador taking into account the requirements of the PACALORI Project. The project will provide courses training in irrigation and agricultural practices to 300 and 600 families / year in Mangas Saibas and Chojampe reservoirs' respectively.

Keywords: SIMULATION, DIVERSION, RESERVOIR, WATER BALANCE, AGRONOMIC MODEL

Xavier Santiago Galindo Coronel
José Bolívar Sotamba Aucapiña

**TABLA DE CONTENIDOS**

RESUMEN.....	I
LISTA DE TABLAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE ANEXOS.....	VIII
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	5
1.2.1. Objetivo general del proyecto.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. EL RIEGO.....	7
2.1.1. Objetivos del riego.....	7
2.1.2. Factores de clasificación de riegos.....	7
2.1.2.1. Factores económicos.....	7
2.1.2.2. Factores físicos.....	8
2.1.3. Planificación de riego.....	9
2.2. EL SUELO, LA PLANTA Y EL AGUA.....	9
2.2.1. Retención del agua por el suelo.....	9
2.2.2. Capacidad de campo (CC).....	9
2.2.2.1. Factores que afectan la capacidad de campo.....	9
2.2.3. Punto de Marchitez (PM).....	10
2.2.4. Lámina de Riego.....	10
2.3. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LOS CULTIVOS.....	10
2.3.1. Transpiración.....	10
2.3.2. Evaporación.....	10
2.3.3. Evapotranspiración.....	11
2.3.4. Datos meteorológicos.....	11
2.3.4.1. Clima.....	11
2.3.4.2. Factores meteorológicos que determinan la ET.....	11
2.3.5. Coeficiente de cultivo (Kc).....	12
2.4. SISTEMAS DE RIEGO.....	13
2.4.1. Riego por Aspersión.....	13
2.4.2. Riego por Inundación.....	14
2.4.3. Riego por Goteo.....	14
2.4.4. Eficiencia.....	14
2.5. BALANCE HIDROLÓGICO.....	15
2.6. MODELOS DE SIMULACIÓN.....	15
2.6.1. Modelos.....	15
2.6.2. Simulación.....	16
2.7. CULTIVOS POTENCIALES.....	16
2.7.1. Maíz.....	16
2.7.2. Soya.....	17
2.7.3. Frejol.....	19
2.7.4. Maní.....	20
2.7.5. Sandía.....	21
2.7.6. Melón.....	23
2.7.7. Cacao.....	24
2.7.8. Arroz.....	26



CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1. INFORMACIÓN DIGITAL, EQUIPOS Y SOFTWARE.....	28
3.1.1. INFORMCAIÓN DIGITAL.....	28
3.1.2. EQUIPOS.....	28
3.1.3. SOFTWARE.....	28
3.2. Descripción del proyecto PACALORI.....	29
3.3. Área de estudio.....	30
3.3.1. Suelo.....	31
3.3.2. Clima.....	31
3.3.3. Cobertura Vegetal.....	33
3.4. Metodología de la investigación.....	35
3.4.1. Determinación de los cultivos a potencializar en el área de estudio.....	35
3.4.2. Características de las propiedades hidrofísicas de los suelos.....	37
3.4.3. Análisis de información hidrológica.....	39
3.4.3.1. Precipitación.....	39
3.4.3.2. Evapotranspiración.....	41
3.4.4. Análisis de los coeficientes de cultivo (Kc).....	43
3.4.5. Análisis de las Etapas vegetativas.....	43
3.4.6. Determinación de la Evapotranspiración de cultivo (Etc).....	44
3.4.7. Determinación de la necesidad hídrica.....	44
3.4.8. Determinación de la lámina de riego.....	45
3.4.8.1. Profundidad de Raíces y Fracción de Agotamiento.....	45
3.4.9. Velocidad de infiltración.....	46
3.4.10. Calculo de la lámina de riego.....	46
3.4.11. Incorporación de Tierras al Riego.....	48
3.4.12. Necesidad de Capacitación a agricultores.....	49
3.4.13. Desarrollo de la simulación del consumo de agua dentro del sistema de producción propuesto.....	49
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1. Consumo Hídrico de los cultivos en la zona del Proyecto.....	52
5.1.1. Cultivos de ciclo corto en rotación.....	52
5.1.2. Cultivo de Arroz –Trasplante.....	53
5.1.3. Policultivo Ciclo corto.....	55
5.1.4. Cacao.....	56
5.1.5. Pasto.....	57
5.1.6. Policultivo Perenne.....	59
5.2. Lámina de Riego.....	60
5.3. BALANCE HIDRICO.....	63
5.3.1. BALANCE HIDRICO CON LAS COBERTURAS ACTUALES.....	63
5.3.1.1. Balance hídrico Mangas Saibas mediante la cobertura actual.....	64
5.3.1.2. Balance hídrico Chojampe mediante la cobertura actual.....	65
5.3.2. BALANCE HIDRICO PROPUESTA PACALORI.....	67
5.3.2.1. Balance hídrico Mangas Saibas PACALORI.....	67
5.3.2.2. Balance hídrico Chojampe PACALORI.....	69
5.4. Programa de capacitación en agricultura de conservación irrigada.....	71
5.5. Tasa de incorporación de agricultores al riego.....	74
5.5.1. Proyecto Tahuín.....	74
5.5.2. Proyecto Daule Peripa.....	75
5.5.3. Proyecto Carrizal – Chone (La Esperanza).....	76
5.5.4. Proyecto Poza Honda.....	77
5.5.5. Sistema de Riego Manuel J. Calle.....	79
5.5.6. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.....	80
5.5.6.1. ESCENARIO 1: Incorporación según proyecto DAULE-PERIPA.....	80
5.5.6.2. ESCENARIO 2: Incorporación según proyecto POZA HONDA.....	81



5.5.6.3.	ESCENARIO 3: Incorporación según proyecto TAHUIN	81
5.5.6.4.	ESCENARIO 4: Incorporación según proyecto CARRIZAL – CHONE	81
5.5.6.5.	ESCENARIO 5: Incorporación según proyecto de riego MANUEL J. CALLE.....	81
5.5.6.6.	ESCENARIO 6: Incorporación propuesta proyecto PACALORI	82
5.6.	Herramienta Informática	82
CAPÍTULO 5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
6.1.	Conclusiones.....	92
6.2.	Recomendaciones.....	94
CAPÍTULO 6.	BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXOS		99

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Parámetros utilizados para la Determinación del Clima	32
Tabla 2. Cobertura vegetal del área de riego de la presa Mangas Saibas	33
Tabla 3. Cobertura vegetal del área de riego de la presa Chojampe	34
Tabla 4. Cultivos seleccionados para la zona de estudio	36
Tabla 5. Parámetros Hidrofísicos	39
Tabla 6. Precipitaciones en la zona del proyecto al 80% de garantía	40
Tabla 7. Precipitaciones promedio y efectiva en la zona del proyecto	40
Tabla 8. Evapotranspiración de referencia para la zona del proyecto	42
Tabla 9. Valores de Kc para los diferentes Cultivos (cobertura)	43
Tabla 10. Duración de las etapas vegetativas	44
Tabla 11. Profundidad de raíces y Factor "p" de los diferentes cultivos	46
Tabla 12. Velocidad de infiltración según la textura del suelo	46
Tabla 13. Necesidades hídricas de los cultivos en rotación	52
Tabla 14. Necesidades hídricas cultivo arroz trasplante	54
Tabla 15. Necesidades hídricas Policultivo ciclo corto	55
Tabla 16. Necesidades hídricas del cacao	56
Tabla 17. Necesidades hídricas del Pasto	58
Tabla 18. Necesidades hídricas Policultivo perenne	59
Tabla 19. Lámina de riego para los diferentes cultivos (Ha)	60
Tabla 20. Lámina de riego (Cacao, pasto, Policultivo perenne) (Ha)	61
Tabla 21. Lámina de Riego para el cultivo de arroz (Ha)	62
Tabla 22. Requerimiento hídrico para el Área de riego Manga Saibas	64
Tabla 23. Requerimiento hídrico para el Área de riego Chojampe	66
Tabla 24. Lámina de riego para los cultivos Área de riego Manga Saibas (PACALORI)	68
Tabla 25. Lámina de riego para los cultivos del área de riego Chojampe (PACALORI)	69
Tabla 26. Número de familias por hectárea en la zona de estudio	71
Tabla 27. Incorporación de Tierras Proyecto Tahuín	74
Tabla 28. Incorporación de Tierras Proyecto Daule - Peripa	75
Tabla 29. Incorporación de Tierras Proyecto Carrizal Chone (Represa La Esperanza)	76
Tabla 30. Incorporación de Tierras Proyecto Poza Honda	78
Tabla 31. Incorporación de tierras Sistema de riego Manuel J. Calle	79
Tabla 32. Tabla General de los Proyectos de Riego en Ecuador	80

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Curva del Coeficiente de Cultivo para el Cereal de Invierno (Etc)	13
Figura 2. Riego por aspersión dentro de la zona de estudio	14
Figura 3. Cultivo de Maíz	17
Figura 4. Cultivo de Sandía.....	23
Figura 5. Cultivo de Cacao.....	26
Figura 6. Cultivo de Arroz.	28
Figura 7. Ubicación política administrativa del área de estudio.....	29
Figura 8. Embalses Proyecto Pacalori.....	30
Figura 9. Orden de suelos.....	31
Figura 10. Tipo de climas (CLIRSEN).....	32
Figura 11. Taller junto a la Asociación de Juntas de Regantes de Ecuador	36
Figura 12. Sitios de muestreo para el cálculo de Lámina de Riego.	38
Figura 13. Precipitaciones promedio y efectiva en la zona del proyecto.....	41
Figura 14. Evapotranspiración de referencia (mm/día)	42
Figura 15. Diagrama de la metodología.....	51
Figura 16. Necesidades hídricas de los cultivos en rotación	53
Figura 17. Precipitación efectiva y evapotranspiración del cultivo de arroz de trasplante	54
Figura 18. Precipitación y evapotranspiración de Policultivo ciclo corto	55
Figura 19. Precipitación y evapotranspiración en el cacao	57
Figura 20. Precipitación y evapotranspiración del Pasto.....	58
Figura 21. Precipitación y evapotranspiración del Policultivo Perenne.	60
Figura 22. Lámina de riego para los diferentes cultivos	61
Figura 23. Lámina de riego (Cacao, pasto, Policultivo perenne).....	62
Figura 24. Lamina de Riego para el cultivo de arroz	63
Figura 25. Consumo de agua en los diferentes meses Manga Saibas	65
Figura 26. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Mangas Saibas.....	65
Figura 27. Consumo de agua en los diferentes meses del área de riego Chojampe.....	66
Figura 28. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Chojampe.....	67
Figura 29. Consumo de agua en los diferentes meses Manga Saibas (PACALORI)	68
Figura 30. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Mangas Saibas (PACALORI).....	69
Figura 31. Consumo de agua en los diferentes meses Chojampe (PACALORI)	70
Figura 32. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Chojampe (PACALORI).....	70
Figura 33. Número de familias por hectárea en la zona de estudio	71
Figura 34. Interfaz Principal de PACALORI WATERCROP	83
Figura 35. Información Climática	84
Figura 36. Datos de Precipitación	84
Figura 37. Cultivos principales de las áreas de riego	85
Figura 38. Datos de los principales cultivos de las áreas de riego.....	86
Figura 39. Datos del Suelo.....	87
Figura 40. Tipo de riego y su eficiencia	87
Figura 41. Capacidad del embalse, cultivos a irrigar, Fecha de siembra, área a cultivar	88
Figura 42. Década de siembra.....	89
Figura 43. Áreas en porcentajes y hectáreas	89
Figura 44. Requerimiento de agua del cultivo	90
Figura 45. Especificaciones de Riego de los cultivos.....	90
Figura 46. Requerimiento de agua a lo largo del ciclo del cultivo	91



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Estaciones con Información Meteorológica	100
Anexo 2. Localización de los sitios de muestreo	100
Anexo 3. Evapotranspiración de los cultivos en rotación, arroz, policultivo ciclo corto	101
Anexo 4. Evapotranspiración de los cultivos por año	103
Anexo 5. Necesidad de agua de los cultivos en rotación, arroz, policultivo ciclo corto	105
Anexo 6. Necesidad de agua de los cultivos por año	107
Anexo 7. Lámina de riego para el cultivo de Maíz en época de invierno.	109
Anexo 8. Lámina de riego para el cultivo de Frejol.....	109
Anexo 9. Lámina de riego para el cultivo de Maní.....	110
Anexo 10. Lámina de riego para el cultivo de Melón.....	110
Anexo 11. Lámina de riego para el cultivo de la Sandía.	111
Anexo 12. Lámina de riego para el cultivo de Soya.	111
Anexo 13. Lámina de riego para el cultivo de maíz en época de verano	112
Anexo 14. Lámina de riego para el cultivo de Arroz.	113
Anexo 15. Lámina de riego para el Policultivo ciclo corto.	114
Anexo 16. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el primer año.	115
Anexo 17. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el segundo año.....	116
Anexo 18. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el tercer año.	117
Anexo 19. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el primer año.	118
Anexo 20. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el segundo año.	119
Anexo 21. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el tercer año.....	120
Anexo 22. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el primer año.	121
Anexo 23. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el segundo año.....	123
Anexo 24. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el tercer año.	124
Anexo 25. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el primer año.	125
Anexo 26. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el segundo año.....	126
Anexo 27. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el tercer año.	127
Anexo 28. Requerimiento hídrico para el área de riego Mangas Saibas, cobertura actual (Meses)	129
Anexo 29. Requerimiento hídrico para el área de riego Chojampe, cobertura actual (Meses).....	129
Anexo 30. Requerimiento hídrico para el área de riego Mangas Saibas, Propuesta PACALORI (Meses)	130
Anexo 31. Requerimiento hídrico para el área de riego Chojampe, propuesta PACALORI (Meses)	130
Anexo 32. Requerimiento hídrico mediante las tasas de incorporación en el área de Mangas Saibas (m ³).....	130
Anexo 33. Requerimiento hídrico mediante las tasas de incorporación en el área de Chojampe (m ³).	131
Anexo 34. Guion de entrevista.....	131



Yo, **Xavier Santiago Galindo Coronel**, autor de la tesis “**Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori- Provincia de Los Ríos.**”, Declaro que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, noviembre 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "XSG-C", written over a horizontal line.

Xavier Santiago Galindo Coronel

C. I.: 0105793202



Yo, **José Bolívar Sotamba Aucapiña**, autor de la tesis “**Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori- Provincia de Los Ríos.**”, Declaro que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, noviembre 2014



José Bolívar Sotamba Aucapiña
C. I.: 0105563522



Yo, Xavier Santiago Galindo Coronel, autor de la tesis “**Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori- Provincia de Los Ríos**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, noviembre 2014

Xavier Santiago Galindo Coronel

C. I.: 0105793202



Yo, José Bolívar Sotamba Aucapiña, autor de la tesis “**Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto Pacalori- Provincia de Los Ríos**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, noviembre 2014



José Bolívar Sotamba Aucapiña
C. I.: 0105563522



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis principalmente a Dios y a mis padres Silvio y María, por haberme apoyado hasta este momento tan importante de formación profesional, por demostrarme su paciencia y comprensión y por estar siempre a mi lado aconsejándome y enseñándome a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mis hermanos y sobrinos quienes son personas muy importantes en mi vida y que siempre estuvieron dispuestas a brindarme su ayuda

Xavier Santiago



DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado a Dios por haberme dado la vida y guiarme por el camino correcto, cuidando cada uno de mis pasos, dándome la fortaleza para superar los obstáculos y tropiezos.

A mis padres José Sotamba y María Aucapiña quienes con su amor, cariño y valores inculcados me han permitido ser una persona de bien y que gracias a su comprensión y consejos he podido finalizar una etapa muy importante en mi vida.

A mis hermanos y hermanas quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, en especial a mi hermana Rosalía quien a sido un pilar muy importante a lo largo de mi vida y una gran ayuda en mi formación profesional ya que sin ella no hubiese alcanzado este gran logro.

A mis sobrinas que con sus travesuras han llenado de alegría mi vida.

José Bolívar



AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud, principalmente está dirigida a Dios por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Nuestros fieles agradecimientos a la Universidad de Cuenca por habernos dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño.

Al Director de tesis, Ing. Pedro Cisneros, por su colaboración y sabios conocimientos los cuales nos permitieron realizar esta tesis

Al Ing. Eduardo Tacuri, calidad de persona, que a más de un profesor es un amigo quien nos legó con sus sabias enseñanzas, concejos y ejemplos con sabiduría y capacidad.

Al PROMAS - Universidad de Cuenca, por abrirnos las puertas y habernos brindado la oportunidad de realizar la tesis y la facilidad de crecer como profesionales.

A Mateo y Luis por habernos apoyado en el desarrollo de la tesis sin escatimar esfuerzos, gracias a todas esas personas que de alguna u otra forma apoyaron en la ejecución de este estudio.



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable del cual cada vez se necesita más, ya sea con fines agrícolas o consumo humano (FAO, 2012), por ello nace la importancia de un uso adecuado, ya que este recurso se encuentra en constante disminución tanto en calidad y cantidad debido a un inapropiado manejo.

Los problemas surgen debido a la creciente escasez de agua y con un uso en desorden, con una demanda desconocida ya que no se la monitorea (FAO, 2013), por otro lado se desconoce el enorme valor que tiene este preciado recurso, ya que no existe información detallada sobre la realidad agrícola en la región, o es deficitaria y no se sabe utilizar.

Hay pocos esfuerzos por una correcta planificación hacia una agricultura sostenible con agricultores capacitados y tierras utilizadas apropiadamente con tecnologías adecuadas y accesibles. La tecnificación es muy limitada y está condicionada al conocimiento y a las capacidades económicas que las familias puedan lograr.

En los sistemas de riego, la administración está limitada a cobrar una tarifa por un uso que desconoce parámetros de riego y carece de información sobre necesidades y técnicas de aplicación, una buena administración, basada en información real sobre la demanda de agua, deberá fortalecerse con una política de riego sustentada en evidencias medibles y correctamente monitoreadas.

Una apropiada gestión de los recursos hídricos requiere de una buena planificación basada en una adecuada información, dentro de planes de



manejo optimizados, capacitación constante eficiente y eficaz, así como de la aplicación de leyes y normas ambientales.

El riego al ser indispensable dentro de esta unidad territorial debido a la escasez de agua que debe soportar durante los 7 meses del año (mayo-noviembre) (Factibilidad - PACALORI, 2014), requiere del análisis de la información pertinente, con exactitud y buenos fundamentos para poder establecer adecuados sistemas de producción bajo riego, mediante una apropiada y oportuna gestión de la oferta y demanda de agua, esto permitirá ordenar la actividad productiva contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura.

El método de simulación de escenarios es una herramienta que nos permitirá tener un estatus del consumo hídrico dentro del sistema productivo organizado en cualquier época del año, permitiendo de esta manera conocer la disponibilidad de agua.



1.1. JUSTIFICACIÓN

Según la FAO (2012), la agricultura es el mayor consumidor de agua a nivel mundial, con el 70 % de consumo para cultivos, mientras que en países en vías de desarrollo representa el 95 %, por ello es necesario analizar la demanda, suministro y consumo del agua para riego dentro de la unidad territorial para poder evaluar el gasto de agua de la presa.

En los proyectos que se ejecutan para el servicio de la comunidad, surge la necesidad de generar información sobre el adecuado uso y manejo de los recursos naturales. Al ser el agua tan importante y de la cual depende la vida en su conjunto, un sistema de simulación del consumo de agua y la eficiencia de este consumo, orienta el cultivo irrigado bajo un sistema de producción organizado que se fundamenta en la optimización de dicho recurso.

La falta de información sobre el uso del agua de riego para los diversos cultivos, conduce a desperdicios de la misma (Badilo, Valdera, Bodas, Fuentelsaz, & Peiteado, 2009), provocando adicionalmente un deterioro del suelo, y consecuentemente baja productividad agrícola en la zona y la disminución en la calidad de la tierra (Shaxson & Barber, 2005), por tal razón este estudio está plenamente justificado, ya que pretende brindar información pertinente sobre el consumo o gasto de agua necesario para el cultivo establecido en la época de sequía, y mediante el uso de esta información generar una simulación actual y futura del consumo de agua..

Conocida la cantidad de agua que contienen las presas para riego, la investigación trata de dar soluciones en el uso equitativo del recurso hídrico; para su estimación considera la eficiencia de riego lograda en la



tierra (Sistemas de riego), área regada, la tasa de capacitación de los agricultores.

La herramienta informática desarrollada considera información general sobre los cultivos, sugiere sistemas de riego basándose en la eficiencia de los mismos y permite incorporar las tierras de riego y agricultores capacitados, consiguiendo modelar los escenarios que deberán analizarse para la gestión del proyecto PACALORI.



1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general del proyecto

- Simular escenarios de consumo de agua mediante la incorporación de tierras en sistemas agropecuarios tecnificados en los embalses Chojampe y Mangas Saibas dentro del proyecto PACALORI

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el consumo de agua para las áreas de riego bajo un sistema de producción organizado en el Proyecto PACALORI.
- Estimar la tasa de incorporación de las tierras de regadío, a través de las experiencias similares en Sistemas de Riego existentes en el Ecuador.
- Analizar las necesidades de capacitación de los agricultores y determinar una tasa de incorporación de agricultores capacitados.
- Desarrollar la simulación del consumo de agua dentro del sistema de producción propuesto.



1.3. HIPÓTESIS

- El desarrollo de esta herramienta informática permitirá una mejor toma de decisiones dentro del proyecto PACALORI ya que se logrará un mejor aprovechamiento del agua de riego.



CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL RIEGO

Es la aplicación oportuna, uniforme y suficiente de agua a la tierra, en el espesor de las raíces o rizósfera, para reponer el agua absorbida por las plantas, evaporada desde el suelo a las hojas, o filtrada a las capas más profundas, con el fin de que el cultivo se desarrolle bien. (Palomino Velasquez, 2009)

2.1.1. Objetivos del riego

- Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse.
- Asegurar las cosechas contra sequias
- Refrigerar el suelo y la atmosfera para de esta forma mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal
- Disolver sales contenidas en el suelo
- Reducir la probabilidad de formación de drenajes naturales
- Dar tempero a la tierra. (Wiley & Sons, 2003)

2.1.2. Factores de clasificación de riegos

2.1.2.1. Factores económicos.

Según (Valverde, 2007)

- **Capacidad productiva.** Adaptabilidad y rendimiento de los cultivos
- **Costo de producción.** Se refiere a los costos para obtener la cosecha
- **Desarrollo de la tierra.** Se refiere a inversión / costos de infraestructura para riego.



2.1.2.2. Factores físicos.

Según (Leitón Soubannier, 1985) los factores físicos son de mucha importancia ya que incluyen entre ellos el suelo, la topografía y el drenaje, considerados desde el punto de vista de sus características convenientes para una agricultura de riego y sus correspondientes limitaciones, aun cuando en los estudios que sirven de base a la clasificación de tierras se considera como fundamentales los factores económicos, sociales y agronómicos, son los factores físicos que establecen la separación de las clase.

- **Factor suelo.** Se define como la capa superior de la tierra que se diferencia de la roca sólida y en donde las plantas crecen. Los suelos son considerados formaciones geológicas naturales desarrollados bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución y, en consecuencia, su gran variabilidad. (Navarro, 2003)
- **Factor topografía.** Según riegos y drenajes es muy importante para la clasificación de las tierras para riego, por el efecto que pueda tener en el suministro de agua aprovechable para las plantas, su relación con el drenaje, facilidad de labranza, método de riego, costos de desarrollo de la tierra y costos de producción. (Leitón Soubannier, 1985)
- **Factor drenaje.** Se puede definir como la eliminación de agua de una zona de escurrimiento superficial (drenaje externo), o bien la eliminación del exceso de agua por su movimiento hacia abajo o flujo lateral a través del suelo. (Leitón Soubannier, 1985)



2.1.3. Planificación de riego.

Se requiere del riego cuando la cantidad de lluvia sea insuficiente para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración, es decir es la aplicación del agua en el momento preciso y con la cantidad precisa de agua. Mediante el cálculo del balance diario del agua, se puede planificar las láminas y los momentos de aplicación del riego. (FAO, 2006)

2.2. EL SUELO, LA PLANTA Y EL AGUA.

2.2.1. Retención del agua por el suelo.

En el suelo escurrido el agua permanece en los poros retenida por fuerzas capilares. Para movilizar o extraer el agua retenida es necesario realizar un trabajo, desarrollar una energía. La fuerza o tensión con la cual el suelo retiene el agua es función inversa del porcentaje contenido de ésta en el suelo.

Para un mismo suelo cuando es mayor el porcentaje de humedad la tensión de retención es menor. (Valverde, 2007)

2.2.2. Capacidad de campo (CC).

Según (Leitón Soubannier, 1985) es la cantidad máxima de humedad que un suelo puede retener contra el efecto gravitacional. Cuando el suelo está en capacidad de campo, la tensión a que esta retenida la humedad varía entre 0.1 y 0.7 atmosferas.

2.2.2.1. Factores que afectan la capacidad de campo.

Según (Tarjuelo, 2001) los factores que afectan la capacidad de campo

- La textura y la estructura del suelo
- El tipo de arcilla
- La profundidad del frente húmedo y la humedad inicial



- La presencia de estratos de diferente textura
- La evapotranspiración

2.2.3. Punto de Marchitez (PM)

Es el contenido de humedad del suelo al cual las plantas presentan marchitez se correlaciona adecuadamente con el contenido de agua retenido a -15 bares de potencial matricial. Este contenido de humedad se considera como el límite inferior de disponibilidad de agua para las plantas. (Millar, 1993)

2.2.4. Lámina de Riego

Se refiere a una determinada cantidad de agua que se debe aplicar al suelo para que satisfaga las necesidades del cultivo; depende de la capacidad de almacenamiento de agua y del peso específico aparente del suelo, así como de la profundidad de raíces o zona de absorción, se expresa en milímetros o centímetros (mm o cm). (Valverde, 2007)

2.3. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LOS CULTIVOS

2.3.1. Transpiración

La transpiración se produce cuando las plantas pierden agua en forma de vapor a través de los poros llamados estomas, los cuales sirven de comunicación a los espacios intercelulares y al exterior de la planta. (Valverde, 2007)

2.3.2. Evaporación

Consiste en la pérdida de agua del terreno adyacente a la planta, así como la que se pierde directamente de las hojas. La evaporación se ve afectada por la radiación solar, latitud, estación del año, hora del día y nubosidad. (Valverde, 2007)



2.3.3. Evapotranspiración

Perrier (1984) define el concepto de evapotranspiración (ET) como: “La pérdida total de agua de una cubierta vegetal bajo forma de vapor a través de la evaporación y transpiración durante un intervalo de tiempo dado”. Según lo señalado, la evapotranspiración es la suma de los términos evaporación y transpiración.

2.3.4. Datos meteorológicos

2.3.4.1. Clima

Es el promedio de los estados de tiempo en una área determinada y se encuentra definido por los elementos (son los aspectos físicos que integran el clima: temperatura del aire, presión atmosférica, viento, humedad del aire, precipitaciones) y factores climáticos (son los agentes que influyen y modifican el comportamiento de cada uno de los elementos climáticos: sistemas orográficos, relieve, altitud, corrientes marinas, distribución de tierras y océanos y la continentalidad entre otros). (Brenes & Saborío, 1995)

2.3.4.2. Factores meteorológicos que determinan la ET

Radiación solar

La radiación solar es la más importante fuente de energía en el planeta y puede cambiar grandes cantidades de agua líquida en vapor de agua. La cantidad potencial de radiación que puede llegar a una superficie evaporante viene determinada por su localización y época del año. (FAO, 2006)

Temperatura

La temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten estas, mayor será la temperatura. (FECYT, 2004)



Humedad

La humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Esa cantidad no es constante, sino que dependerá de diversos factores, como si ha llovido recientemente, si estamos cerca del mar, si hay plantas, etc. (FECYT, 2004)

Velocidad del viento

El viento consiste en el movimiento de aire desde una zona hasta otra. Existen diversas causas que pueden provocar la existencia del viento, pero normalmente se origina cuando entre dos puntos se establece una cierta diferencia de presión o de temperatura. (FECYT, 2004)

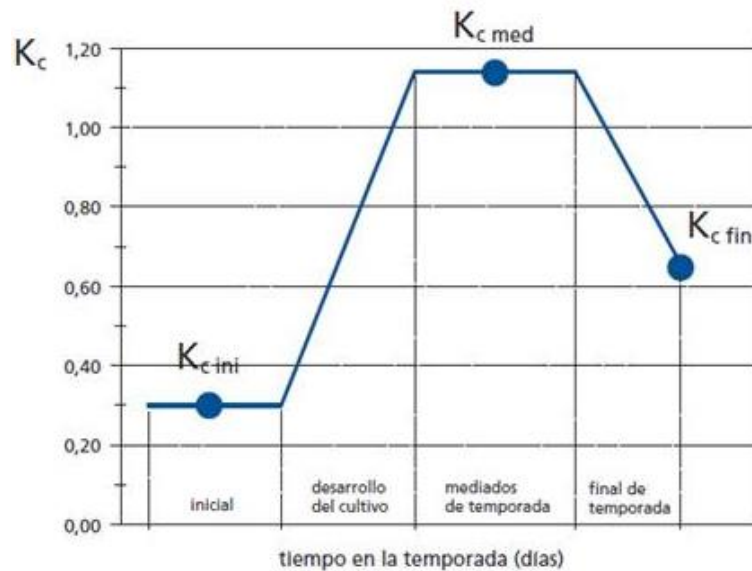
2.3.5. Coeficiente de cultivo (Kc)

Según de Santa Olalla Mañas, López Fuster, & Calera Belmonte (2005), se define como la relación entre la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar E_{Tc} , y la evapotranspiración de la superficie de referencia, el coeficiente de cultivo trata de reflejar aquellas características que diferencian el cultivo de la superficie de referencia; las características se basan principalmente en:

1. La altura del cultivo
2. El albedo de cubierta
3. El área de las hojas
4. El área expuesta del suelo desnudo

Todas estas características cambian con las diferentes fases de crecimiento de un cultivo, a lo largo del tiempo los valores de los coeficientes de cultivo tienden a reflejar una curva lo cual indica la variación en la vegetación y en la cobertura vegetal que es intervenido por el crecimiento y maduración en el ciclo de crecimiento del cultivo.

Figura 1. Curva del Coeficiente de Cultivo para el Cereal de Invierno (Etc)



Fuente: (FAO)

2.4. SISTEMAS DE RIEGO

Según (Leitón Soubannier, 1985) Para establecer un sistema o método de riego, es preciso conocer una serie de factores que inciden en su selección:

- La fuente de agua y su disponibilidad
- El área o superficie de la parcela en cuanto a tamaño
- El tipo de suelo
- El cultivo a establecer
- El clima

2.4.1. Riego por Aspersión.

La aspersión es un método de riego que distribuye el agua en forma de lluvia sobre el terreno. El agua es conducida por medio de tuberías debido a un sistema de bombeo, que hace que el agua salga por el aspersor. (Palomino Velasquez, 2009)

Figura 2. Riego por aspersión dentro de la zona de estudio



Fuente: Los Autores

2.4.2. Riego por Inundación.

Este sistema se aplica en terrenos planos y en aquellos que permitan su nivelación. Requiere de suministros relativamente grandes de agua de un subsuelo menos permeable. Este sistema generalmente es utilizado para el cultivo de arroz. (Berlign & Brouwer, 2006)

2.4.3. Riego por Goteo.

Este sistema de riego aporta gota a gota el agua necesaria para el cultivo, justo en el lugar donde se encuentra ubicada la planta. (Palomino Velásquez, 2009)

2.4.4. Eficiencia

Es el porcentaje de agua que aprovecha la planta del total suministrado, el riego tradicional de pie, la eficiencia calculada en el menor de los casos es de 60 % que equivale a decir que de 1000 litros de agua echada en el riego, se pierden 400 litros, en el caso de riego por aspersión se estima un 80 % de eficacia, en cuanto al riego por goteros se calcula una eficiencia del 90%, que se puede aceptar siempre que haya un buen diseño. (Moya Talens, 2009)

$$Eficiencia = \frac{Agua\ utilizada\ o\ aprovechada}{Agua\ suministrada}$$



2.5. BALANCE HIDROLÓGICO

El balance hidrológico es la evaluación cuantitativa de la economía hídrica en un lugar y tiempo determinados. Permite establecer los valores de agua existentes por lo que se podrá planificar su utilización para la agricultura teniendo en cuenta su oferta y demanda. En forma resumida y general el balance hidrológico analiza el agua que entra y sale de un sistema durante diferentes periodos de tiempo (días, semanas, meses, estaciones o años), pudiendo cubrir diferentes extensiones territoriales (parcelas, cuenca de un río, un país o un continente). (Heuveldop, Pardo Tasies, Quirós Conejo, & Espinoza Prieto, 1986)

$$\left[\begin{array}{l} \text{Agua que entra} \\ \text{en un sistema} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Agua que} \\ \text{sale} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Cambio en el} \\ \text{almacenamiento} \end{array} \right]$$

2.6. MODELOS DE SIMULACIÓN

2.6.1. Modelos.

Shannon (1988), define un modelo como una presentación de un objeto, sistema o idea, de forma diferente a la entidad misma, su propósito es ayudar a explicar, entender o mejorar un sistema.

Wit (1999), un modelo es una presentación simplificada de un sistema, con lo cual se considera que el hombre desde que trato de entender y manipular su medio, siempre ha usado la idea de modelos para tratar de representar y expresar sus ideas y objetivos. Asumiendo que sus funciones son la predicción y la comparación para proporcionar de manera lógica de predecir resultados que siguen las acciones alternativas, e indicar una preferencia entre ellas.



2.6.2. Simulación.

La simulación es una técnica numérica para realizar experimentos o modelos en una computadora digital. Estos modelos comprenden relaciones matemáticas y lógicas, a su vez permite dar ciertas funciones de predicción de manera lógica, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo. (Coss Bu, 2003)

2.7. CULTIVOS POTENCIALES

2.7.1. Maíz

- **Taxonomía**

Nombre común: Maíz

Nombre científico: *Zea mays*, L.

Familia: Gramíneas

Género: *Zea*

Especie: *mays*

(Rincon Sepulveda & Ruiz Camacho, 2000)

- **Morfología**

El maíz es una planta de tallo erecto, de diferente tamaño dependiendo de la variedad, sostenido por un sistema radical fibroso y compacto. La parte terminal es una panoja, que constituye la flor masculina. El sistema radical del maíz consta de un fasciculado o subterráneo la cual cumple la función de alimentar a la planta y el adventicio o aéreo que sirve de sostén. El tallo es erecto, formado por nudos y entrenudos, la zona de crecimiento se encuentra por encima de los nudos y es de medio milímetro de espesor.

Las hojas están formadas por la vaina, cuello y lamina foliar; son largas y anchas y flexuosas, de bordes y superficies ásperas, con nerviación paralela, la lamina llega a medir 1.5 m por 10 cm de ancho y termina en un ápice agudo. El maíz es una planta monoica, ya que tiene en el mismo pie



inflorescencia masculina y femenina. Cada grano del maíz es un fruto el cual se denomina cariósipide. (Rincon Sepulveda & Ruiz Camacho, 2000)

Figura 3. Cultivo de Maíz



Fuente: Los Autores

- **Requerimientos agroclimáticos.**

El Maíz necesita de mucha insolación para máximos rendimientos, la temperatura media óptima para un buen desarrollo oscila entre 20 – 30°C, en general las necesidades hídricas se encuentran entre 500-800 mm a lo largo de la etapa vegetativa, es una planta susceptible al acame, ya que no soporta vientos muy fuertes.

2.7.2. Soya

- **Taxonomía**

Nombre común: Soya, soja

Nombre científico: *Glycininae max*

Familia: Leguminosae

Género: *Glycininae*

Especie: *max*

(FAO, 1995)



- **Morfología**

La soja es una planta anual, herbácea, normalmente pubescente, de altura variable de 25 a 180 cm. El tallo en la etapa inicial de crecimiento comprende el hipocótilo y el epicótilo, posteriormente se desarrolla el nudo de la primera hoja trifoliada. Los números de brotes axilares dependen de la variedad y densidad de plantas; se presentan dos tipos de crecimiento el determinado e indeterminado.

El sistema radicular consiste en una raíz primaria que puede alcanzar los 200 cm y raíces secundarias que pueden llegar hasta los 250 cm de longitud, las primeras raíces se ubican a los 30 cm del suelo; en las raíces pueden formarse nódulos de bacterias fijadores de nitrógeno (*Rhizobium japonicum*), en asociación simbiótica con la planta.

Las hojas son de diferentes tipos: el primer par de hojas de cotiledones simples, el segundo par de hojas simples opuestas y las trifoliadas alternas, raramente con 5 foliolos, La forma de las hojas simples son ovaladas y las trifoliadas son ovales o lanceoladas.

Las semillas de la soja se forman en vainas las cuales contienen 1 a 5 semillas, pero normalmente son de 2 a 3 semillas, estas semillas son amarillas, verdes, negras o marrón y son de forma esférica hasta la achatada. La semilla contiene fundamentalmente proteína y aceite. (CORPOICA, 2006)

- **Requerimientos agroclimáticos**

Las condiciones climáticas que soporta el cultivo de la soja abarcan una temperatura óptima de 20-35 °C para un buen desarrollo, una humedad máxima del 75%, se adapta a una altura desde 0 hasta 1200 msnm, las necesidades hídricas son de 500-600 mm durante toda la etapa vegetativa.



2.7.3. Frejol

- Taxonomía

Nombre común: Frijol, Frejol

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L.

Familia: Leguminosae

Género: *Phaseolus*

Especie: *vulgaris*

(Arias Restrepo, Rengifo Martínez, & Jaramillo Carmona, 2007)

- **Morfología**

La raíz principal penetra hasta 80 cm de profundidad, las raíces laterales se encuentran en los primeros 20 cm. El sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos; en las raíces se forman nódulos debido a las bacterias del género *Rhizobium* que fijan nitrógeno atmosférico en las raíces laterales.

El primer par de hojas son simples, las restantes presentan tres folíolos, en la planta puede haber entre 9 y 14 nudos. Las flores al comienzo son de color blanco o morado y luego se tornan amarillas cuando la vaina se está formando. Las flores son en racimos de dos a tres, estas se forman en pedúnculos que se desarrollan en las axilas de las hojas.

Se forman entre 3 y 4 ramas por planta, estas inician su crecimiento entre la segunda y tercera semana de germinación. Las vainas pueden ser de 2 o 3 en cada pedúnculo, la forma de las vainas maduras puede ser curvada o recta y su longitud varía entre 10 a 30 cm.

El número de semillas por vainas varía entre 10 a 20 semillas y su tamaño depende de la variedad, su color puede ser blanco, crema, rojo y negro y combinaciones de colores, las semillas contienen hasta un 50 % de carbohidratos o azúcares y 25 % de proteína. (Sánchez Santana, 2001)



- **Requerimientos agroclimáticos**

La temperatura ideal del cultivo del frejol para un buen desarrollo oscila entre 20 y 35°C, es un cultivo muy resistente a las sequias, por esta razón es muy utilizado en épocas de verano en la zona del proyecto, las necesidades hídricas están entre 300 a 400 mm, puede soportar una velocidad del viento máxima de 30 km/h.

2.7.4. Maní

- **Taxonomía**

Nombre común: Maní

Nombre científico: *Arachis hipogaea*

Familia: Leguminosae

Género: *Arachis*

Especie: *hipogaea*

(Monge Villalobos, 1994)

- **Morfología**

El maní es una planta anual, herbácea, con crecimiento rastrero o erecto, alcanza una altura máxima de 50 -60 cm. El tallo principal tiene crecimiento ascendente, mientras que las ramas crecen ascendentemente o pueden correr en parte sobre la superficie del suelo. Las formas de ramificación son secuencial y alterna; la secuencial, el eje principal emite de cuatro a seis ramas laterales ascendentes, en la base de este eje principal y ramificaciones, se producen ramillas con ejes florales, mientras que en la parte superior de la planta se producen ramillas vegetativas; por lo que los frutos se concentran en la base de la planta; la alterna, no hay flores en el eje principal; las ramillas que producirán se dan en las ramas laterales en forma alterna: dos ramillas vegetativas seguidas de dos productivas por ello la fructificación se da a lo largo de las ramas inferiores.



Las hojas son compuestas de dos pares de folíolos ovaladas o elípticas con la base redondeada; el peciolo es acanalado con una longitud de hasta 10 cm, con dos estipulas soldadas en la base.

La raíz es pivotante y puede medir de 30 a 60 cm de longitud, las raíces secundarias se ramifican abundantemente. En todo el sistema radical hay gran cantidad de nódulos, debido a la asociación simbiótica de planta y bacterias fijadoras de nitrógeno.

Las flores se encuentran en inflorescencias que salen de las axilas de las hojas, existiendo de ocho a más flores por inflorescencia, el color puede ser amarillo hasta anaranjado. Los frutos son típicas cápsulas indehiscentes; sin embargo, existen unas suturas claras por donde al aplicarse presión el fruto sale. Poseen una cascara coriácea reticulada externamente y con constricciones más o menos marcadas, su longitud varía de 5 a 20 mm, cada fruto contiene de una a seis semillas. (Monge Villalobos, 1994)

- **Requerimientos agroclimáticos**

El cultivo del maní se adapta hasta una altura de 1.250 msnm, la temperatura óptima para un buen desarrollo oscila entre 20 a 35°C, las necesidades hídricas varían entre 400 a 800 mm a lo largo de la etapa vegetativa, es un cultivo que tolera la sombra pero no en exceso ya que disminuye su capacidad productiva.

2.7.5. Sandía

- **Taxonomía**

Nombre común: Sandia

Nombre científico: *Citrullus lanatus* (Thunb).

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Citrullus*

Especie: *lanatus*

(CORPOICA, 2000)



- **Morfología**

La sandía es una planta anual herbácea, monoica, rastrera o trepadora. La raíz es ramificada, la raíz principal se divide en raíces primarias y estas vuelven a subdividirse. La raíz principal puede penetrar en el suelo hasta una profundidad de 1.20 m. Los tallos son herbáceos, blandos y verdes, tendidos, trepadores y largos; con zarcillos caulinares, cuyo extremo puede ser bífido y trifido según este hendido en 2 o 3 partes.

Las hojas son oblongas, partidas con segmentos redondeados, poseen de 3 a 5 lóbulos que se alternan a lo largo del eje central, los cuales se vuelven a subdividir en otros más pequeños, en las axilas de cada hoja nacen zarcillos bífidos y trifidos los cuales sirven para sujetarse al suelo u otras plantas. La flor es de color amarillo, pedunculadas. Se originan de yemas floríferas ubicadas en las axilas de las hojas de los tallos principales que dan lugar a flores masculinas y femeninas.

El fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo generalmente liso. Son de color, forma y tamaño variables, la pulpa más o menos dulce con colores que van desde rosa claro a rojo intenso o amarillo, la corteza se muestra con colores variados, pudiendo ser verde claro, verde oscuro o amarillo o franjas de color amarillento. Las semillas son de tamaño variable, de longitud menor que el doble de la anchura, aplanadas, ovoides, duras, su peso varía entre 25 a 35 mg y una vialidad de 5 a 10 años. (CORPOICA, 2000)

Requerimientos agroclimáticos

Las condiciones climáticas óptimas para el buen desarrollo del cultivo de la sandía se expresan de esta manera: una temperatura adecuada que varía entre 18 y 28°C, las necesidades hídricas oscilan entre 500 – 800mm.

Figura 4. Cultivo de Sandía

Fuente: PROMAS-Universidad de Cuenca, 2013

2.7.6. Melón

- **Taxonomía**

Nombre común: Melón

Nombre científico: *Cucumis melo* L.

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *melo*

(Reche Mármol, 2008)

- **Morfología**

Es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora. El sistema radicular de la planta adulta es pivotante con un sistema radicular secundario extenso que puede alcanzar 1,5 m de profundidad, pero generalmente llega a los 50 cm. Los tallos son sarmentosos, de color verde, flexible y ramificado, de sección pentagonal, cuadrangular o cilíndrica en plantas jóvenes, blandas y recubiertas de formaciones pelosas, es de crecimiento rastrero pero también por sus zarcillos caulinares se puede utilizar entutorado.

Las hojas son pecioladas, palminervias, alternas, más o menos reniformes, redondeadas en plantas jóvenes y lobuladas, divididos en 3-5 lóbulos, los bordes son dentados no pronunciados, cubiertas de pelosidad y de tacto áspero.



Los cultivares se clasifican en dos categorías según el tipo de flores: monoicas (flores masculinas y femeninas) y andromonoicos (flores masculinas y hermafroditas). Las flores nacen de las axilas de las hojas y su polinización es entomófila (FAO, 2002).

El fruto del melón es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, con rasgos muy diversos dependiendo de la variedad. El color de la pulpa es de colores blanco, amarillo verdoso, anaranjado, etc. Son de tamaño variado llegando a pesar las más pequeñas 1 kg y las más grandes a 4kg.

(Reche Mármol, 2008)

- **Requerimientos agroclimáticos**

Los requerimientos climáticos del cultivo del melón que se deben tomar en cuenta para su buen desarrollo son: se adapta a una altura hasta los 1.000 msnm, las temperaturas óptimas están entre 25–32 °C, la humedad relativa de 65-75%, las necesidades hídricas varían entre 300-400 mm.

2.7.7. Cacao

- **Taxonomía**

Nombre común: Cacao

Nombre científico: *Theobroma cacao*

Familia: Esterculiacea

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao*

(Enríquez, 1985)



- **Morfología**

El cacao es de raíz principal o pivotante, puede crecer entre 1.20 y 1.50 m, y ocasionalmente llegar a medir 2 m; en los primeros 20-25 cm a partir del cuello de la raíz se forman las raíces laterales o secundarias que posteriormente darán origen a las terciarias. Cuando se enraízan ramas laterales por lo general no existe raíz principal, por lo que las laterales o secundarias se comportan como pivotantes, llegando a profundizarse un poco, mientras que las terciarias están en posición superficial.

El tronco crece verticalmente (ortotrópico). Pasado el primer año se forma el verticilo a una altura de 80 a 100 cm de altura, formando de esta manera yemas axilares (hasta 8); aquí la yema terminal desaparece y se desarrollan de 4 a 6 ramas de crecimiento lateral (plagiotrópicas); posteriormente el crecimiento del tronco se detiene hasta que otra yema adquiera desarrollo, la cual formara un chupón y se comportara de igual manera al tronco original volviendo a formar otro verticilo a los 80 -100 cm; por lo que el árbol puede seguir creciendo llegando a formar varios verticilos.

La mayoría de las hojas son pigmentadas y su color varía desde muy pigmentadas hasta sin pigmentos completamente; los cacaos criollos y trinitarios son los más pigmentados. El peciolo de las hojas del tronco ortotrópico normalmente son largos, con un pulvinus bien marcados (7 a 9 cm); siendo las hojas de las ramas laterales más pequeño, con pulvinus menos pronunciado.

Las inflorescencias se localizan en la base de las hojas, alrededor de la cicatriz y de la yema axilar. El cacao es cauliflor (florece solo en troncos maduros). Generalmente las flores aparecen pasado los 3 años de vida; pero en híbridos interclonales lo hace entre 14-18 meses. Las flores se encuentran sostenidas por pequeños pedicelos, unidos al eje en una cima monocacial o bipara, por medio de una zona de abscisión, que permite la

caída de la flor cuando no es fecundada. Los frutos cuando no son bien fecundados no completan su crecimiento, por lo que una mazorca es considerada normal si fue fecundada hasta un 25 % de los óvulos. (Enríquez, 1985)

- **Requerimientos agroclimáticos**

El cultivo del cacao presenta las siguientes exigencias climáticas: se adapta de buena manera a alturas de los 0-750 msnm, la temperatura media anual varía de 24 a 26°C, la humedad relativa está entre 70 – 80%, en cuanto a sus necesidades hídricas requieren entre 1500 y 2500mm.

Figura 5. Cultivo de Cacao.



Fuente: Los Autores

2.7.8. Arroz

- **Taxonomía**

Nombre común: Arroz
Nombre científico: *Oryza* sp.
Familia: Gramineae
Género: *Oryza*
Especie: sp.

(INIAP, 2007)



- **Morfología**

La planta de arroz es una gramínea anual que tiene dos tipos de raíces: las seminales o temporales que duran cortó tiempo y son posteriormente reemplazadas por raíces adventicias o permanentes; estas raíces son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. Los tallos son redondos y huecos, compuesto de nudos y entrenudos en número variable; los entrenudos de la base no se elongan haciendo la base del tallo sólida, mientras que los cinco entrenudos superiores se prolongan de manera creciente, el ultimo entrenudo (pedúnculo) termina en nudo ciliar de donde continua la panícula. Los hijos se desarrollan a partir del tallo principal en orden alterno donde los primarios dan origen a los secundarios y estos a su vez a los terciarios formando de esta manera los macollos. Las hojas se desarrollan en cada nudo del tallo, la hoja que se encuentra debajo de la panícula se la conoce como bandera y es más corta y ancha que las precedentes. Es una hoja completa en donde se distingue la vaina, el cuello y la lámina.

Las espiguillas se encuentran agrupadas en la inflorescencia denominada panícula, que está ubicada sobre el nudo apical del tallo. El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; consta de la cascara, formada por la lemma y la palea. El fruto del arroz es una carióspside. (INIAP, 2007)

- **Requerimientos agroclimáticos**

Las condiciones climáticas aptas para el buen desarrollo del cultivo de arroz están dadas de esta manera: es un cultivo tropical o subtropical, se cultiva hasta los 250 msnm, la temperatura adecuada varía entre 30 y 35°C.

Figura 6. Cultivo de Arroz.



Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. INFORMACIÓN DIGITAL, EQUIPOS Y SOFTWARE.

3.1.1. INFORMCAIÓN DIGITAL

- Cartografía base.
- Ortofotos
- Mapas de temáticos

3.1.2. EQUIPOS

- Ordenador:
- Calculadora
- Cámara digital

3.1.3. SOFTWARE

- ArcGis 10.1
- Microsoft office 2010
- Microsoft Excel 2010

3.2. Descripción del proyecto PACALORI

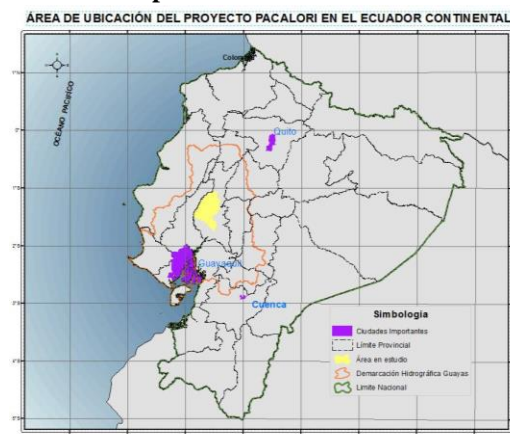
El proyecto PACALORI está localizado en la costa ecuatoriana perteneciente a la provincia de los Ríos y Guayas (Figura 7), este proyecto tiene como objetivo principal dotar de agua de riego en las estaciones secas (mayo-noviembre) y lograr un control de inundaciones, mediante la construcción de pequeños, medianos y grandes embalses que almacenarán el agua durante la época lluviosa.

El proyecto se encuentra conformado por dos trasvases que proveerán de agua de riego para el desarrollo agrícola y control de crecientes en las áreas de Vinces-Babahoyo y Guayaquil. Estos trasvases son:

- 1.- Sector Oeste; Traslase Quevedo – Macul.
- 2.- Sector Este; Traslase Vinces - Chojampe – Puebloviejo, Calabí - Lechugal - Aguacatal – Puebloviejo.

Dentro de estos trasvases se construirán un total de 13 embalses; siendo para el trasvase 1 los embalses de Garzas, Mocache, Mangas-Saibas, Maculillo, Macul 1, Macul 2 y la Angostura, y para el trasvase 2 los embalses de Chojampe 2, Chojampe, Lechugal 2, Puebloviejo, Aguacatal y Estero Lechugal (Figura 8).

Figura 7. Ubicación política administrativa del área de estudio

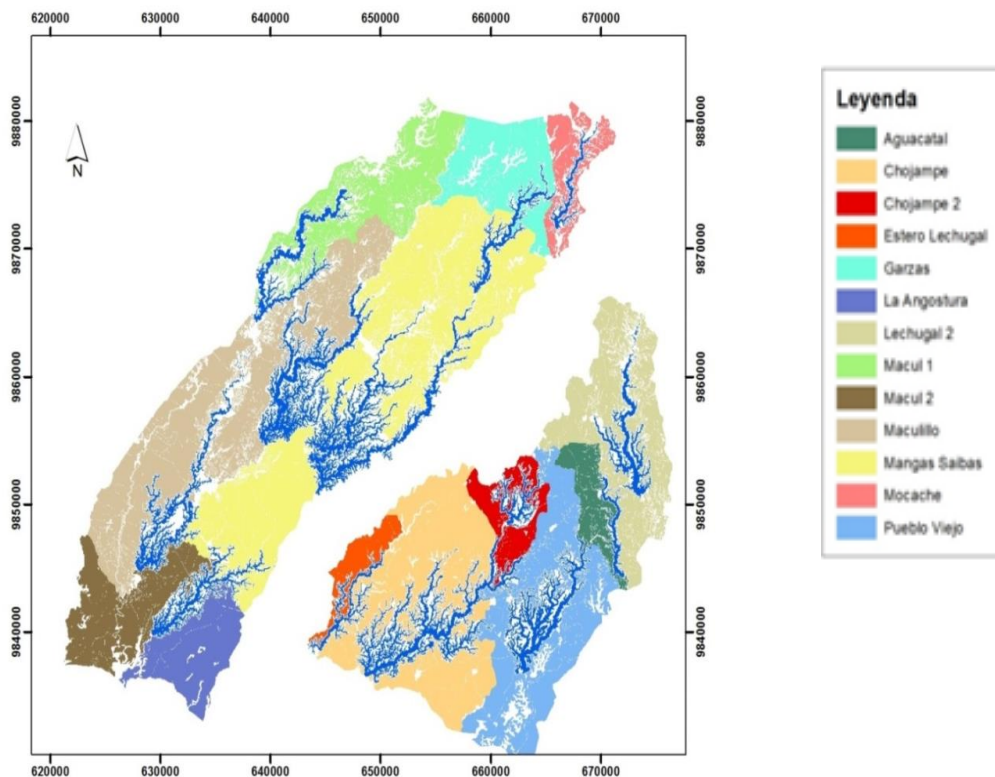


Fuente: PROMAS-Universidad de Cuenca, 2013

3.3. Área de estudio

El área de estudio comprende específicamente las áreas de riego Mangas Saibas y Chojampe, las mismas que representan el 34 % del área total de cada trasvase, con superficies de 22.191 ha y 13.215 ha (Figura 8). La capacidad que tendrán estos embalses para proporcionar agua de riego será de 180 y 105 millones de metros cúbicos. El rango altitudinal del área de riego de mangas Saibas se encuentra comprendido entre los 14 m s.n.m y 68 m s.n.m., con las siguientes coordenadas UTM; Norte: 9879309 m – 9841553 m; Este: 665140 m - 631394 m. Mientras que Chojampe tiene un rango altitudinal comprendido entre los 10 m s.n.m y 43 m s.n.m., con las siguientes coordenadas UTM; Norte: 9853310 m – 9832173 m; Este: 669480 m – 644139 m.

Figura 8. Embalses Proyecto Pacalori



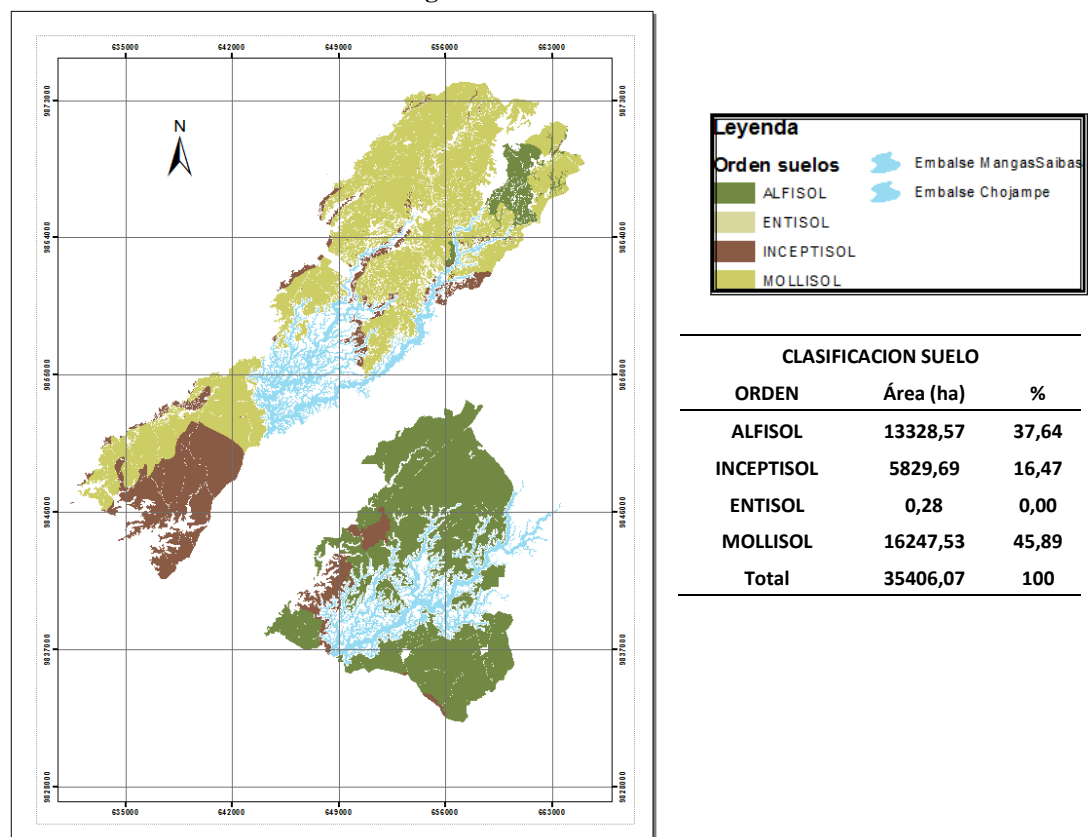
Fuente: Proyecto PACALORI-Informe de Factibilidad, 2014.

Elaboración: Los Autores

3.3.1. Suelo

Los suelos que destacan en el área de riego en estudio pertenecen al orden Mollisol con el 45 %, seguido del orden Alfisol con el 37%, Inceptisol con 16 %, y finalmente en una mínima cantidad el orden Entisol (0.001%) (Figura 9). (Factibilidad - PACALORI, 2014)

Figura 9. Orden de suelos



Fuente: Proyecto PACALORI-Informe de Factibilidad, 2014.

Elaboración: Los Autores

3.3.2. Clima

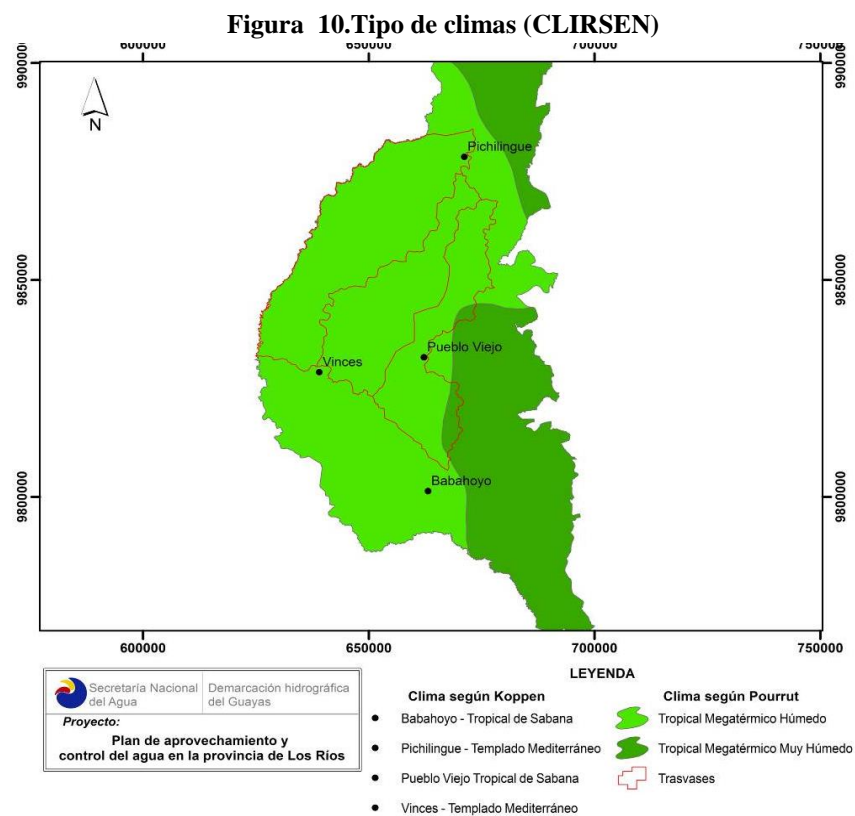
La área de estudio presenta una temperatura media de 24 °C; la precipitación y la evapotranspiración media es de 160.3 mm y 109.6 mm respectivamente; considerándose dos tipos de clima, los cuales según la clasificación de Köppen son Tropical de Sabana y Templado Mediterráneo (Figura 10), haciendo una comparación con la clasificación de clima de

Pourrut obtenemos los climas: Tropical Megatérmico Húmedo y Tropical Megatérmico Muy Húmedo. (Prefactibilidad - PACALORI, 2013). En la Tabla 1 se pueden observar los parámetros utilizados para la determinación del clima.

Tabla 1. Parámetros utilizados para la Determinación del Clima

	PICHILINGUE	PUEBLO VIEJO	VINCES	BABAHOYO
Precipitación Mínimas (mm)	10,8	3,7	3,5	4,5
Precipitación Máxima (mm)	451,4	401,7	343,5	526
Precipitación Media (mm)	180,8	152,2	131,7	176,6
Evapotranspiración (mm)	115,8	103,6	102,1	117
Temperatura Mínima (°C)	17,8	18,4	16,6	19
Temperatura Máxima (°C)	34,2	33,8	34,7	34,1
Temperatura Media (°C)	26,4	26,6 </td <td>18,5</td> <td>24,6</td>	18,5	24,6

Fuente: Proyecto- PACALORI- Informe de Pre factibilidad, 2013



Fuente: Proyecto- PACALORI- Informe de Pre factibilidad, 2013



3.3.3. Cobertura Vegetal

Los mapas de cobertura vegetal han sido generados a partir del mapa de cobertura y uso de la tierra mediante la fotointerpretación de imágenes Landsat de los años 1999-2000 y actualizados en el 2011 por el Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP), La información de cada mapa ha sido validado mediante recorridos del área para verificar la presencia de los cultivos representados, la escala de la información es bastante pequeña 1:250000. Los cultivos representados en asociación han sido tabulados según su proporción. En la Tabla 2 se puede observar la cobertura vegetal perteneciente al área de riego Mangas Saibas y en la Tabla 3 se observa la cobertura vegetal del área de riego Chojampe. (Prefactibilidad - PACALORI, 2013)

Tabla 2. Cobertura vegetal del área de riego de la presa Mangas Saibas

Cobertura	Área(ha)	%
ARROZ	3,83	0,02
BALSA	2,75	0,01
BANANO	23,9	0,11
CACAO	6534	29,44
CENTRO POBLADO	0,03	0
MAIZ	11818,82	53,26
MARACUYA	17,28	0,08
MISCELANEO INDIFERENCIADO	227,33	1,02
PALMA AFRICANA	142,75	0,64
PASTO CULTIVADO	1437,64	6,48
PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES	13,84	0,06
PASTO NATURAL	1924,88	8,67
PLATANO	5,05	0,02
TECA	38,66	0,17
TOTAL	22190,75	100

Fuente: Proyecto –PACALORI, Informe de Prefactibilidad, 2013

Elaboración: Los Autores



El área de riego de la presa Mangas Saibas representa en su gran mayoría a cultivo de maíz con el 53.26 % del área total, seguido del cultivo de cacao con el 29.44 %, posteriormente se encuentran pasto natural con 8.67 % y pasto cultivado con 6.48 %; mientras que el resto de cultivos se encuentran por debajo del 1% del área.

Tabla 3. Cobertura vegetal del área de riego de la presa Chojampe

Cobertura	Área(ha)	%
ARROZ	452,02	3,42
BANANO	20,3	0,15
CACAO	489,71	3,71
MAIZ	10074,81	76,24
MISCELANEO INDIFERENCIADO	12,46	0,09
PALMA AFRICANA	0,03	0,0002
PASTO CULTIVADO	1288,52	9,75
PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES	3,66	0,03
PASTO NATURAL	865,44	6,55
TECA	8,37	0,06
TOTAL	13215,32	100

Fuente: Proyecto -PACALORI -Informe de Prefactibilidad, 2013

Elaboración: Los Autores

El área de riego de la presa Chojampe representa el 76.24 % de Cultivo maíz, seguido de Pasto cultivado y natural con el 9.75 % y 6.55 % respectivamente, luego se encuentra el cultivo de Cacao con el 3.71 %, el cultivo de arroz con el 3.42 %, los demás cultivos se encuentran en porcentajes bajos inferiores al 1%.



3.4. Metodología de la investigación

3.4.1. Determinación de los cultivos a potencializar en el área de estudio

Mediante la realización de talleres con los agricultores, se logró obtener información de primera fuente tales como:

- Cultivos que se desarrollan comercialmente en la zona.
- Fechas y rotaciones de los principales cultivos en la zona.
- Cultivos potenciales que se pueden implantar con el nuevo abastecimiento de riego para apoyar al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes del sector, bajo un enfoque de sostenibilidad.

En los talleres se desglosan las características de la producción, técnicas de producción y diferentes costos tanto con agricultura manual como mecanizada, con estos talleres además se da valor al conocimiento local y los potenciales beneficiarios del proyecto pueden expresar sus opiniones, inquietudes y sugerencias.

La metodología utilizada fue de trabajo en grupo con preguntas generadoras, se trabajó en grupos de 6 a 8 personas realizando entrevistas que permiten rellenar las tablas en proyección. (Anexo 34)

Los talleres fueron realizados en los municipios de Mocache y Pueblo Viejo con agricultores productores de maíz, cacao, café, arroz y soya. (Factibilidad - PACALORI, 2014).

Figura 11. Taller junto a la Asociación de Juntas de Regantes de Ecuador



Fuente: PROMAS-Universidad de Cuenca, 2014

De la misma forma, también se ha realizado un taller con usuarios actuales del riego en la zona, con la Asociación de Juntas de Regantes de Ecuador (AEJUR). (Figura 11)

En la Tabla 4 se encuentran los cultivos seleccionados para la zona del proyecto, en los cuales tenemos la temporada de invierno (diciembre-abril) y la temporada de verano (mayo-noviembre).

Tabla 4. Cultivos seleccionados para la zona de estudio

Cultivo	Temporada	Época de siembra
Maíz	Invierno - verano	Diciembre - Junio
Soya	Verano	Junio
Frejol	Verano	Junio
Maní	Verano	Junio
Sandía	Verano	Junio
Melón	Verano	Junio
Arroz	Invierno - 2 verano	Enero-Mayo- Septiembre
Policultivo ciclo corto	Invierno - verano	Diciembre - Junio
Policultivo perenne	Todo el año	-----
Cacao	Todo el año	-----
Pasto	Todo el año	-----

Fuente: Proyecto –PACALORI-Informe de Factibilidad, 2014

Elaboración: Los Autores



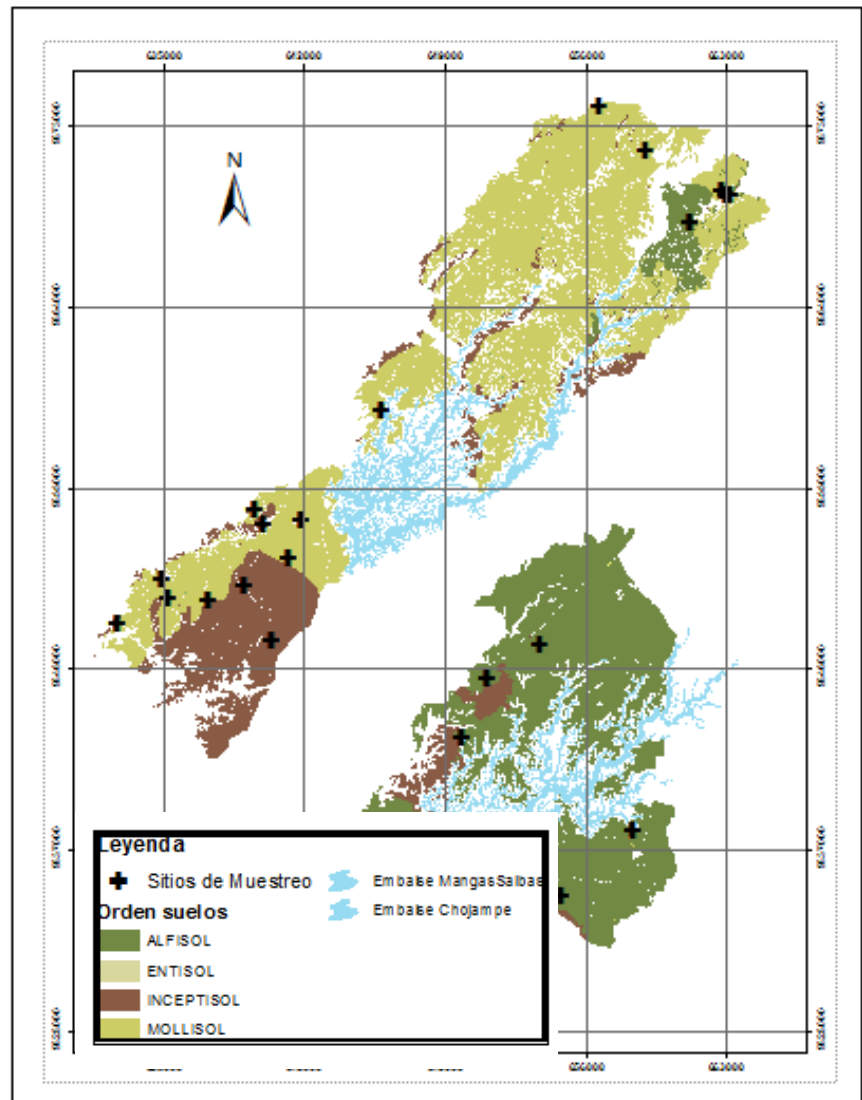
Los cultivos expuestos a rotación en la temporada de verano serán maíz, soya, frejol, maní, sandía y melón, una que vez que se finalice el ciclo del maíz en la temporada de invierno con lo cual se tendrían 2 cosechas por año. Para el cultivo de arroz se prevén 3 cosechas por año (1 en invierno y 2 en verano). El policultivo de ciclo corto contempla hortalizas de la zona con lo cual se obtendrá 2 cosechas al año (invierno-Verano).

El policultivo perenne estará conformado por café robusta, plátano, aguacate, mango, limón, naranja, mandarina, lima, toronja, ciruelo, papaya, achiote, oritos, maracuyá, caña con lo cual se tendrá una gran biodiversidad a lo largo del año.

3.4.2. Características de las propiedades hidrofísicas de los suelos

La toma de muestras se lo realizó considerando los diferentes tipos de suelos, el uso y manejo; para determinar los parámetros hidrofísicos se recopilaron 22 muestras de suelos. En la Figura 12 se puede observar los sitios de muestro, cuyas coordenadas UTM se citan en el Anexo 2.

Figura 12. Sitios de muestreo para el cálculo de Lámina de Riego.



Fuente: Informe de Factibilidad Proyecto -PACALORI, 2014

Elaboración: Los Autores

En la Tabla 5 se encuentran los datos de Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM) los mismos que se encuentran expresados en unidades de $\text{cm}^3_{\text{H}_2\text{O}}/\text{cm}^3_{\text{Suelo}}$ y Densidad aparente (Da) obtenidos en los diferentes tipos de suelo.



Tabla 5. Parámetros Hidrofísicos

Suelo	Parámetro	Unidad	media	Máximo	Mínimo
MOLLISOL	Arena	%	28,92	52	14
	Limo	%	38,95	54	2
	Arcilla	%	31,49	58	14
	Capacidad de campo	%	46,95	53,9	38,69
	Punto de marchitez	%	25,42	37,34	16,39
	Agua disponible	%	21,53	34,71	9,49
	Densidad aparente	g/cc	1,19	1,49	0,88
INCEPTISOL	Arena	%	23,15	54	7
	Limo	%	36,45	58	12
	Arcilla	%	40,4	58	18
	Capacidad de campo	%	45,99	60,91	36,47
	Punto de marchitez	%	29,11	45,05	20,6
	Agua disponible	%	16,88	39,92	4,44
	Densidad aparente	g/cc	1,31	1,48	0,9
ALFISOL	Arena	%	23,95	33	16
	Limo	%	38,25	48	20
	Arcilla	%	37,8	52	20
	Capacidad de campo	%	45,82	60,72	35,76
	Punto de marchitez	%	28,28	36,9	22,68
	Agua disponible	%	17,53	26,73	8,23
	Densidad aparente	g/cc	1,33	1,53	1,11

Fuente: Proyecto –PACALORI-Informe de Factibilidad, 2014

Elaboración: Los Autores

3.4.3. Análisis de información hidrológica

3.4.3.1. Precipitación

La información de precipitación está considerada con un 80 % de probabilidad de excedencia, con lo cual estos valores van a tener un 80 % de probabilidad de ser superados en precipitaciones futuras, esta es una forma de garantizar la cantidad de lluvia que existirá. En la Tabla 6 se presentan los datos de precipitación de la zona de estudio. (Factibilidad - PACALORI, 2014)



Tabla 6. Precipitaciones en la zona del proyecto al 80% de garantía

Mes	PICHILINGE	BABAHOYO	PUEBLO VIEJO	VINCES	PROMEDIO
	(1972-2008)	(1980-2008)	(1980-2008)	(1993-1998)	
Ene (31)	256,3	195,1	142,3	158,0	187,9
Feb (28)	256,3	350,2	236,0	224,4	266,7
Mar (31)	267,9	282,2	292,6	153,7	249,1
Abr (30)	230,2	197,3	181,2	124,5	183,3
May (31)	40,7	6,9	13,4	14,5	18,9
Jun (30)	6,9	1,0	0,0	0,0	2,0
Jul (31)	1,3	0,3	0,0	0,0	0,4
Ago (31)	0,7	0,1	0,0	0,0	0,2
Sep (30)	1,7	0,3	0,0	0,0	0,5
Oct (31)	4,4	0,7	0,0	0,0	1,3
Nov (30)	5,4	1,2	0,0	0,0	1,6
Dic (31)	50,0	31,6	24,2	30,7	34,1
ANUAL	1121,7	1066,9	889,8	705,9	946,1

Fuente: Proyecto-PACALORI -Informe de Factibilidad, 2014

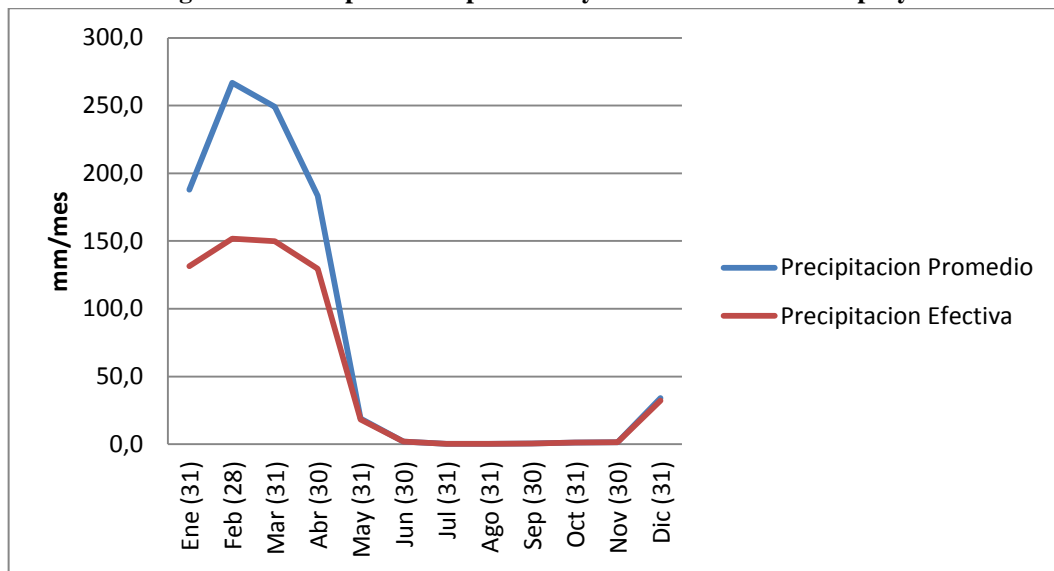
Elaboración: Los Autores

La obtención de la precipitación efectiva (Tabla 7 y Figura 13), se realizó por el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA Soil Conservation Service Method), este cálculo se lo efectuó para la precipitación promedio de las estaciones de Pichilinge, Babahoyo, Pueblo Viejo y Vinces (Tabla 6).

Tabla 7. Precipitaciones promedio y efectiva en la zona del proyecto

Mes	Precipitación promedio (mm/mes)	Precipitación efectiva (mm/mes)
Ene (31)	187,9	131,4
Feb (28)	266,7	151,7
Mar (31)	249,1	149,8
Abr (30)	183,3	129,5
May (31)	18,9	18,3
Jun (30)	2,0	2,0
Jul (31)	0,4	0,4
Ago (31)	0,2	0,2
Sep (30)	0,5	0,5
Oct (31)	1,3	1,3
Nov (30)	1,6	1,6
Dic (31)	34,1	32,2
ANUAL	946,0	619,0

Elaboración: Los Autores

Figura 13. Precipitaciones promedio y efectiva en la zona del proyecto

Elaboración: Los Autores

Como se puede apreciar en la Figura 13, la época invernal comienza a partir del mes de Diciembre (34.1 mm) existiendo valores de precipitación altos para los meses de Enero (187.9 mm), Febrero (266.7 mm), Marzo (249.1 mm) y Abril (183.3 mm); mientras que a partir del mes de Mayo (18.9 mm) estas son deficitarias llegando a ser prácticamente nulas.

3.4.3.2. Evapotranspiración

Los datos de la Evapotranspiración de referencia (ET_o) fueron proporcionados por parte del PROMAS, los mismos que están calculados mediante el método Penman-Monteith, los parámetros climáticos utilizados para la determinación fueron radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento. En la Tabla 8, se muestran los valores promedio de Evapotranspiración de las estaciones de Pichilinge, Babahoyo, Pueblo Viejo y Vincas. (Factibilidad - PACALORI, 2014)

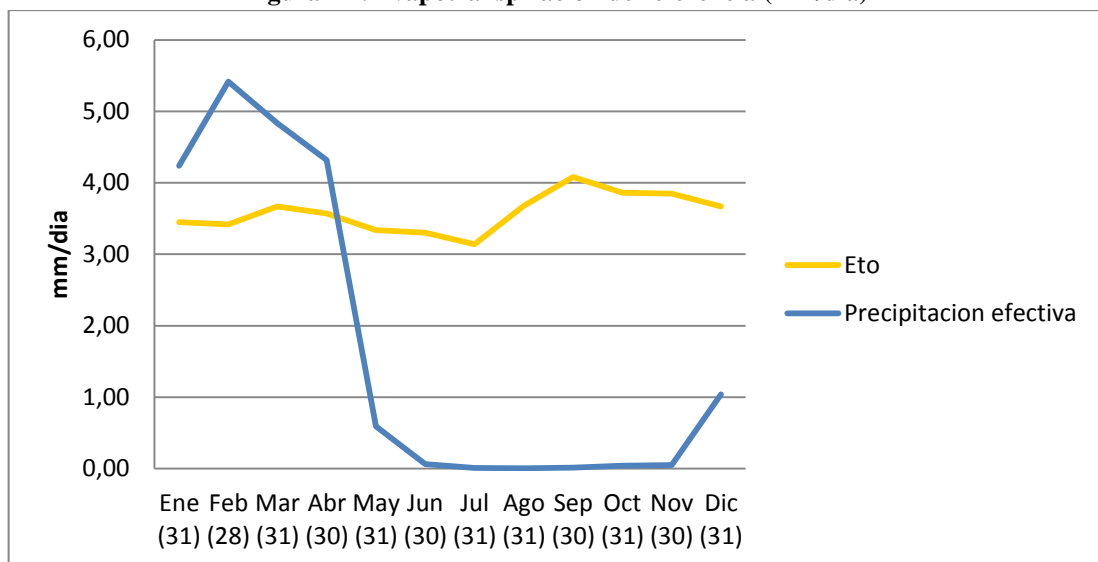


Tabla 8. Evapotranspiración de referencia para la zona del proyecto

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA (ETo)	
Mes	Promedio
Ene (31)	3,45 mm/día
Feb (28)	3,42 mm/día
Mar (31)	3,67 mm/día
Abr (30)	3,57 mm/día
May (31)	3,34 mm/día
Jun (30)	3,30 mm/día
Jul (31)	3,14 mm/día
Ago (31)	3,68 mm/día
Sep (30)	4,08 mm/día
Oct (31)	3,86 mm/día
Nov (30)	3,85 mm/día
Dic (31)	3,67 mm/día
Anual	3,59 mm/año

Fuente: Proyecto PACALORI-Informe de Factibilidad
Elaboración: Los Autores

Figura 14. Evapotranspiración de referencia (mm/día)



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 14 se tiene un una evapotranspiración promedio anual de 3.59 mm/año la cual es mayor a partir del mes de agosto (3.68 mm/día).



3.4.4. Análisis de los coeficientes de cultivo (Kc)

Los valores de Coeficiente de cultivo (Tabla 9) dependen del tipo de cultivo y su fase de desarrollo, el procedimiento más aplicado para este coeficiente es el de la FAO.

Tabla 9. Valores de Kc para los diferentes Cultivos (cobertura)

Cultivo	Inicial	Desarrollo	Medio	Final
Arroz	1,05	1,10	1,20	0,90
Cacao	0,50	0,80	1,05	1,05
Fréjol	0,35	0,70	1,05	0,35
Maíz	0,40	0,80	1,20	0,70
Maní	0,45	0,75	1,15	0,70
Melón	0,45	0,75	1,00	0,75
Pasto	0,95	1,10	1,10	1,10
Policultivo huerto ciclo corto	0,45	0,64	0,92	0,68
Policultivo arbóreo	0,66	0,90	1,10	0,10
Sandía	0,40	0,75	1,00	0,75
Soya	0,35	0,75	1,10	0,60

Fuente: FAO, 2006.

3.4.5. Análisis de las Etapas vegetativas

En la Tabla 10, se observa la duración de cada una de las etapas vegetativas de los diferentes cultivos planteados en las rotaciones; algunos de los valores fueron modificados de su fuente original (FAO, 2006), en base a experiencias locales y con la finalidad de ajustar los valores a década de días; para el caso de los policultivos de ciclo corto (hortalizas) y perenne se tomaron datos promedios de los respectivos cultivos que se indicaron en el punto 3.4.1.



Tabla 10. Duración de las etapas vegetativas

Ciclo de cultivo - días					
Cultivo	Inicial	Desarrollo	Medio	Final	Total
Arroz trasplante	10	30	40	10	90
Cacao	90	180			-
Fréjol	20	30	30	20	100
Maíz	20	30	40	40	130
Maní	30	30	40	30	130
Melón	30	30	50	30	140
Pasto	360				-
Policultivo huerto ciclo corto	30	30	40	30	130
Policultivo arbóreo	180	180			-
Sandía	20	30	30	30	110
Soya	20	20	40	20	100

Fuente: FAO, 2006.

Elaboración: Factibilidad - PACALORI, 2014

3.4.6. Determinación de la Evapotranspiración de cultivo (Etc)

Para el cálculo de la Evapotranspiración de cultivo se utilizaron los valores de la evapotranspiración de referencia (Eto) (Tabla 8) y los valores de coeficiente de cultivo (Kc) (Tabla 9); en la cual se empleó la siguiente formula:

$$Etc = Eto \times kc$$

En donde:

Etc= Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

ETo= Evapotranspiración de referencia (mm/día)

Kc= Coeficiente de Cultivo

Los resultados se encuentran en el Anexo 3 y Anexo 4, los valores se detallan en mm/día para cada década.

3.4.7. Determinación de la necesidad hídrica

Para determinar las necesidades hídricas de los cultivos se utilizó el valor de la precipitación efectiva expuesta en la Tabla 7 y los valores de la



Evapotranspiración de cultivo que se encuentran en los Anexos 3 y 4. La fórmula empleada fue:

$$Req = Prec.Efec - Etc$$

En donde:

Req = Requerimiento o necesidad hídrica (mm/día)

Prec. Efec = Precipitación efectiva (mm/día)

Etc= Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

Los resultados se detallan en el Anexo 5 y Anexo 6, las unidades están representadas en mm/día.

3.4.8. Determinación de la lámina de riego

3.4.8.1. Profundidad de Raíces y Fracción de Agotamiento

Para los valores de la profundidad de raíz se realizaron ajustes a los de la (FAO, 2006), en base a experiencias locales; estos valores se encuentran en la Tabla 11 en donde el primer valor es la profundidad inicial de la raíz y el otro valor indica al máximo al que llegará en la etapa de desarrollo.

Los valores del factor de agotamiento (p) son de referencia de la (FAO, 2006), debido a que estos valores son válidos para Etc=5 mm/día; se realizó un ajuste con la Etc de los cultivos en estudio, con lo cual se empleó la siguiente expresión:

$$p(\text{ajustado}) = p(\text{FAO}) + 0,04 (5 - Etc)$$

En donde:

p (FAO): valores de p emitidos por la FAO para 5 mm de Etc



Etc.: Evapotranspiración de los cultivos propuestos. (mm)

Tabla 11. Profundidad de raíces y Factor “p” de los diferentes cultivos

Cultivo	Profundidad (m)	Factor p (ajustado)
Maíz	0.05 - 0.60	0,61
Soya	0.05 - 0.50	0,56
Frejol	0.05 - 0.50	0,51
Maní	0.05 - 0.40	0,52
Sandia	0.05 - 0.40	0,46
Melón	0.05 - 0.40	0,46
Arroz	0.20 - 0.40	0,20
Cacao	0.30 - 1.00	0,36
Pasto	0.30 - 1.00	0.60
Policultivo ciclo corto	0.05 - 0.50	0.56
Policultivo perenne	0.30 - 1.00	0,54

Fuente: Proyecto-PACALORI-Informe de Factibilidad, 2014

3.4.9. Velocidad de infiltración

La velocidad de infiltración está dada en base a la textura y estructura del suelo, en la Tabla 12 se puede observar la permeabilidad según la textura del suelo.

Tabla 12. Velocidad de infiltración según la textura del suelo

Textura	mm/hr
Arenosos	50
Franco arenosos	25
Franco	13
Franco arcillosos	8
Arcilloso limosos	2,5
Arcilloso	0,5

Fuente: (Herrera Barbosa, 2008)

3.4.10. Calculo de la lámina de riego

Una vez obtenidos los datos de las necesidades hidricas (Anexo 7 al Anexo 27), procedemos a calcular la lámina de riego; los datos empleados para este cálculo fue la información de los parámetros hidrofísicos (Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM) y Densidad Aparente (da)),



profundidad de raíces y el factor de agotamiento de cada uno de los cultivos del área de estudio, para dicho cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$RAW = (CC - PM) \times Prof.raiz \times Da \times P \times 10.$$

En donde:

RAW= Lamina de riego (mm)

CC: Capacidad de campo (%)

PM: Punto de marchitez (%)

Prof. Raíz: Profundidad de raíz (m)

Da: Densidad aparente (g/cc)

P: Fracción de agotamiento (%).

El valor de 10 empleado en la fórmula se lo utilizó para obtener los resultados en mm.

Calculo de la Dosis Máxima

Para el cálculo de la dosis máxima o lámina bruta se empleó la siguiente fórmula:

$$Dosis\ máxima = \frac{RAW}{Ef.Riego}$$

La eficiencia de riego utilizado fue de 75 % para todos los cultivos ya en este estudio se emplea la eficiencia del sistema de riego por aspersión. Adicionalmente a esto se utilizó el 95% de eficiencia para el cultivo de cacao con la cual se prevé un riego por goteo



Frecuencia de aplicación (días)

$$Frecuencia = \frac{RAW}{Req.}$$

Req. = Requerimiento o necesidad hídrica (mm/día)

Dosis aplicación

La dosis de aplicación se la calculó con la finalidad de realizar una homogenización de valores tanto en la dosis, como en la frecuencia de riegos ya que estos eran diferentes en las respectivas décadas. Estos valores se encuentran expresados en mm/día para la respectiva década de días. (Anexo 7 al Anexo 27).

$$Dosis\ Aplicación = \frac{Frecuencia\ mínima\ mes * Dosis\ Máxima}{Frecuencia\ década.}$$

Tiempo de aplicación

El tiempo en el que se deberá aplicar la lámina de riego se encuentra expresado en hh:mm. (Anexo 7 al Anexo 27).

$$Tiempo\ aplicación = \frac{Dosis\ aplicación}{Velocidad\ de\ infiltración}$$

El valor tomado para la velocidad de infiltración fue de 8 mm/hora debido a que los suelos son franco arcillosos.

3.4.11. Incorporación de Tierras al Riego

Para el desarrollo de este objetivo se procedió a recolectar información basada en proyectos de Riego que ya fueron ejecutados en Ecuador y que son de mayor relevancia, entre ellos destacan el Proyecto Daule Peripa, Poza Honda, Carrizal Chone, Tahuín, Manuel J. Calle.



Recopilado todos los datos de los proyectos se procedió a comparar dicha información con lo que se propone en el Proyecto PACALORI, es así que la incorporación de tierras año tras año en las áreas de riego Mangas Saibas y Chojampe estará condicionada por el avance de las obras, la capacitación de los usuarios y sobre todo por la disponibilidad de inversiones y la decisión política para que el proyecto se ejecute.

3.4.12. Necesidad de Capacitación a agricultores.

Se analizó la relación familias/ha, y la predisposición de esta población a capacitarse en agricultura irrigada.

El indicador para este propósito es la relación entre la población total del área de estudio versus la población capacitada en técnicas de producción bajo riego.

Revisada la información de los proyectos de riego, se pudo observar que existía falta de capacitación por lo que no se ha notado algún cambio significativo tanto en producción como en mejorar las condiciones de vida. No se conoce ningún dato, o es mínima la preocupación sobre la capacitación a los agricultores en los diferentes proyectos de riego del Ecuador.

Es necesario y fundamental incrementar las capacidades de los agricultores sobre el tema, ya que de ello dependerá el éxito en este tipo de proyectos, para esto se desarrolló un plan de capacitación, en el cual incluyen el total de agricultores a ser capacitados por año y estimar así la incorporación de ellos al riego.

3.4.13. Desarrollo de la simulación del consumo de agua dentro del sistema de producción propuesto.

Conocidos los datos numéricos de entrada de las necesidades hídricas de los cultivos, se procedió a ordenarlos y enlazarlos uno a otro, para obtener la herramienta necesaria que nos permitirá conocer el consumo de agua de cada uno de los cultivos de la zona de estudio, para ello se diseñó una hoja



de cálculo en Excel, de fácil manipulación, que servirá como una base para los agricultores en el proceso del riego, ya que esta indicará el valor de consumo de agua que necesita el cultivo en una área determinada.

Esta herramienta contempla los siguientes parámetros:

Información climática: en este parámetro se deberá ingresar la precipitación y la evapotranspiración de referencia

Información de riego: contempla la eficiencia del sistema de riego.

Información de suelo: esta parte se deberá ingresar los valores de CC, PM, Da y la velocidad de infiltración.

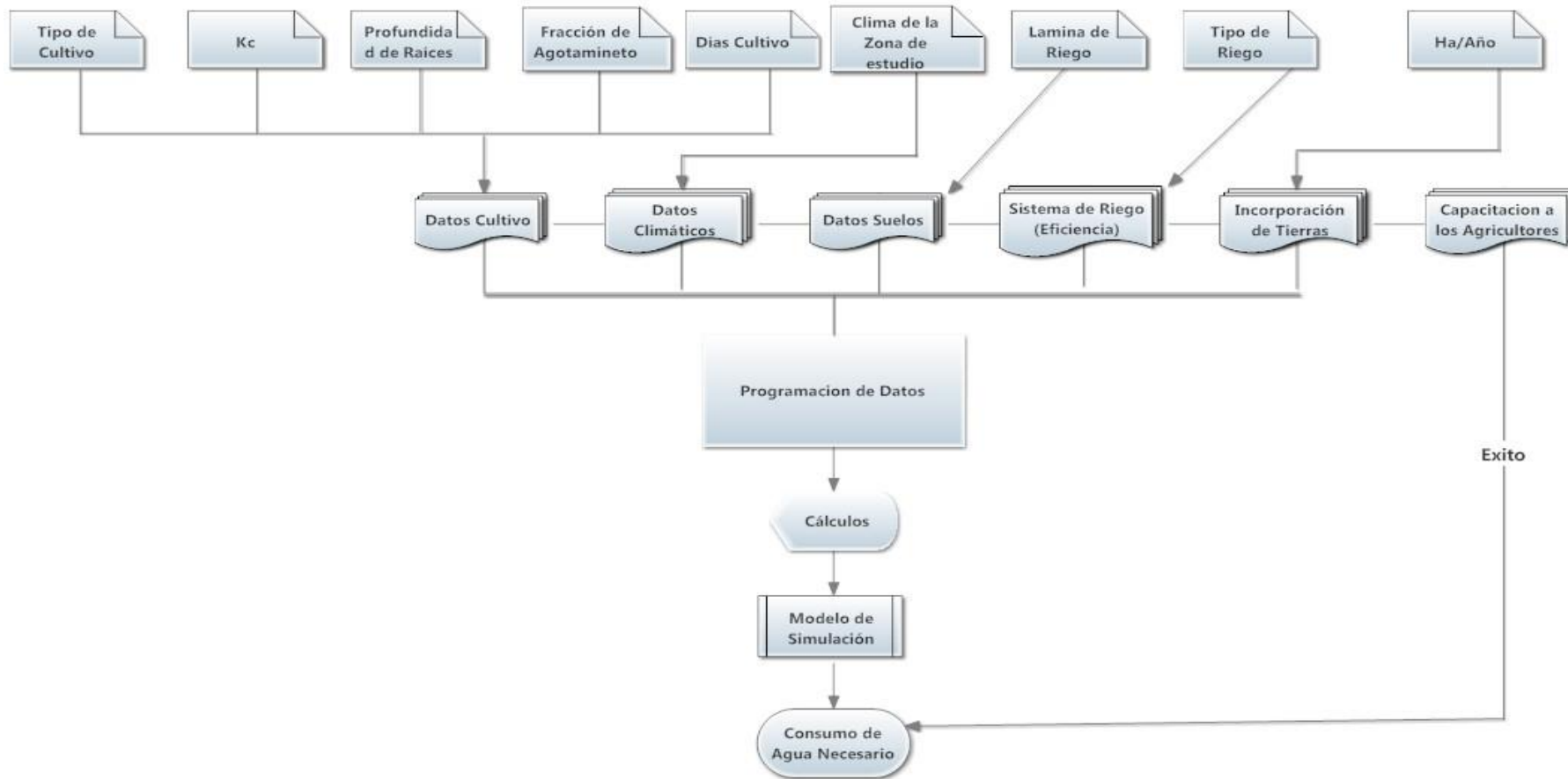
Información de cultivo: se deberá introducir las etapas vegetativas, Kc; factor p; profundidad de raíces.

Mediante los parámetros indicados anteriormente se obtendrá como dato de salida la lámina de riego, el cual nos permitirá hacer simulaciones de un modelo agronómico con relación al consumo de agua para los cultivos.

Esta herramienta es de uso exclusivo para el proyecto PACALORI ya que se contempla fechas ya establecidas en los cultivos.



Figura 15. Diagrama de la metodología





CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Consumo Hídrico de los cultivos en la zona del Proyecto

Para el cálculo de las necesidades hídricas se utilizaron los valores de la evapotranspiración de referencia en la Tabla 8, los valores de Kc de los cultivos en la Tabla 9, duración de las etapas vegetativas en la Tabla 10.

5.1.1. Cultivos de ciclo corto en rotación

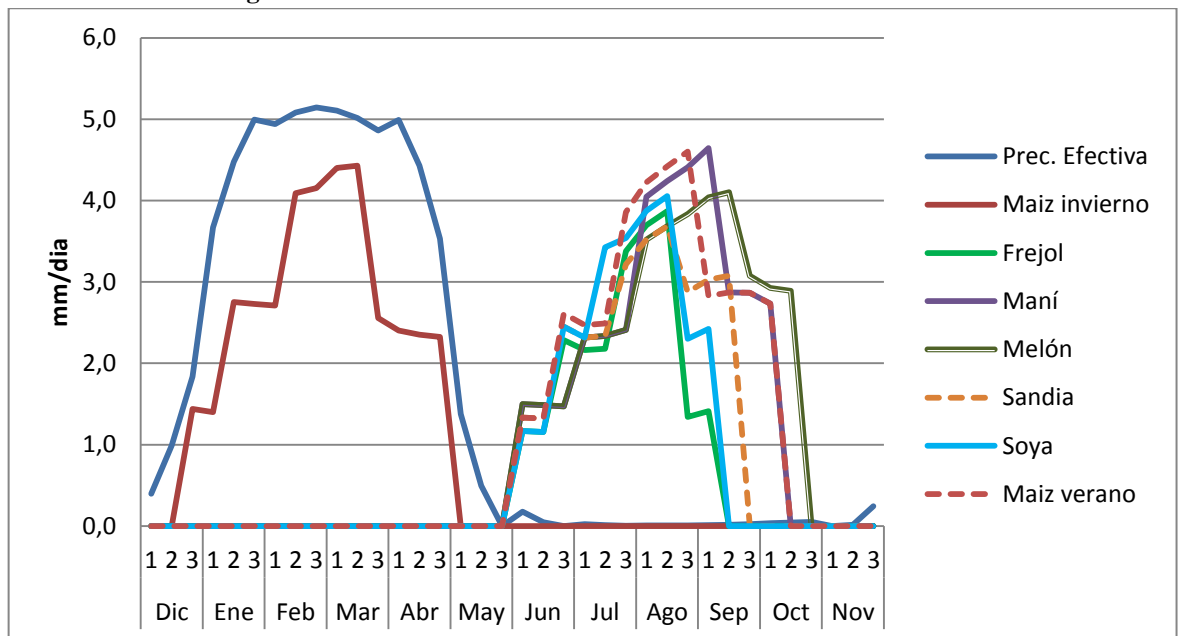
Las necesidades hídricas para las rotaciones de cultivo maíz-soya, maíz-frejol, maíz-maní, maíz-maíz, maíz-sandía y maíz-melón, se calcularon conociendo que el ciclo de maíz (invierno) inicia en la segunda década del mes de diciembre que coincide con el inicio de la época invernal, mientras que para los cultivos propuestos de soya, frejol, maní, maíz verano, sandía y melón iniciarán en la primera década de junio que corresponde a la época de verano, existiendo el suficiente tiempo para la preparación del terreno. Los resultados de las necesidades hídricas de los cultivos que serán establecidos en rotación están expuestos en la Tabla 13.

Tabla 13. Necesidades hídricas de los cultivos en rotación

Cultivo	Etc	Volumen m ³ /ha/ciclo
Fréjol	226 mm	2.265
Maíz (Invierno)	377 mm	3.774
Maíz (Verano)	386 mm	3.864
Maní	373 mm	3.733
Melón	396 mm	3.959
Sandía	292 mm	2.916
Soya	267 mm	2.670

Elaboración: Los Autores

Figura 16. Necesidades hídricas de los cultivos en rotación



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 16 las necesidades hídricas del cultivo de maíz en la temporada de invierno se encuentran compensadas de manera natural por las precipitaciones, mientras que para los cultivos que se encuentran en rotación en la temporada de verano deben ser compensadas en su totalidad con agua de riego, obteniéndose los mayores necesidades hídricas en los meses de agosto y septiembre, ya que estos se encuentran por encima de los 3.5mm/día.

5.1.2. Cultivo de Arroz –Trasplante

Las necesidades hídricas para el cultivo de arroz, en el que se utiliza el sistema de trasplante, fue calculado estableciendo como inicio del ciclo vegetativo la primera década del mes de enero, sabiendo que la etapa vegetativa del arroz desde el trasplante hasta la cosecha es de 90 días, en el año se puede realizar tres ciclos de cultivo con un espacio adecuado de tiempo entre los ciclos para la preparación del terreno.



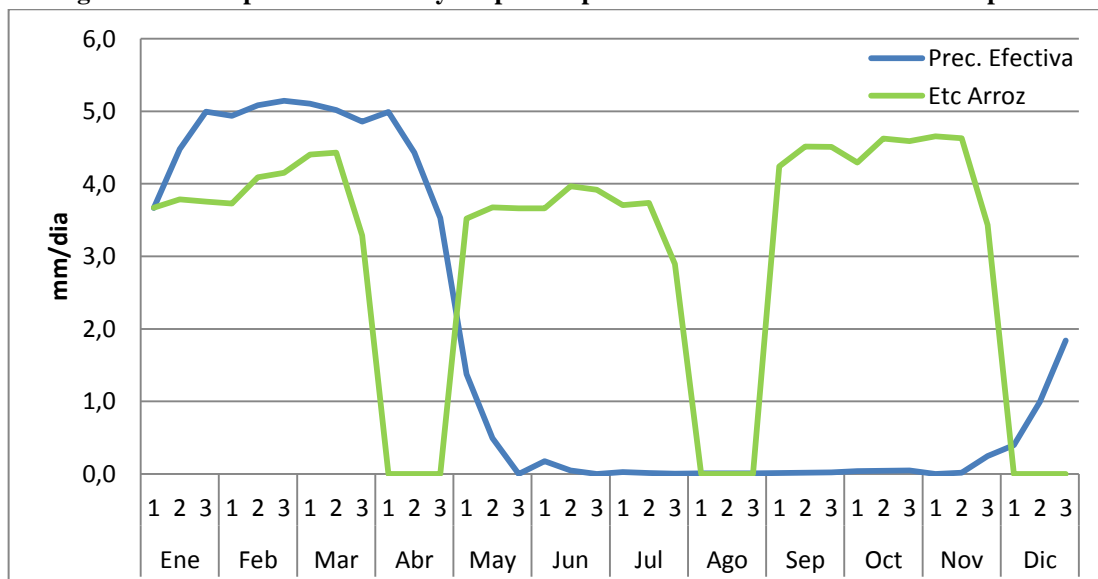
Tabla 14. Necesidades hídricas cultivo arroz trasplante

Consumo de agua	Etc	Volumen m ³ /ha/ciclo
Ciclo 1	348 mm	3.478
Ciclo 2	327 mm	3.274
Ciclo 3	395 mm	3.948

Elaboración: Los Autores

Las necesidades hídricas en el cultivo de arroz de trasplante, están expresadas en la Tabla 14 se observa que el primer ciclo tiene un consumo de 3.478 m³/ha, entre enero y marzo, para el segundo ciclo el consumo es de 3.274 m³/ha, y va desde mayo a julio, y en el tercer ciclo el consumo es de 3.948 m³/ha y este ciclo va desde septiembre a noviembre.

Figura 17. Precipitación efectiva y evapotranspiración del cultivo de arroz de trasplante



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 17 en el cultivo de arroz de trasplante, las necesidades de riego para los diferentes ciclos varían en cada uno de ellos, así el primer ciclo de cultivo (enero-abril) las necesidades hídricas son compensadas de manera natural; mientras que para el segundo y tercer ciclo de cultivo es necesario que las necesidades sean compensadas con riego.



5.1.3. Policultivo Ciclo corto.

Las necesidades hídricas para este tipo de policultivo, se calcularon estableciendo dos etapas claramente definidas, la primera para la época invernal que inicia en la primera década del mes de enero y la segunda para la época de verano en la primera década del mes junio , así las necesidades hídricas para los dos ciclos están expresadas en la Tabla 15.

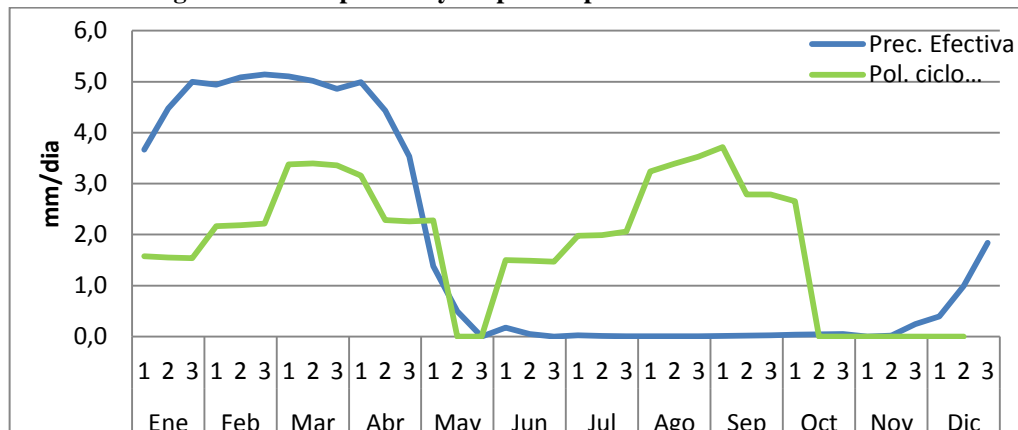
Tabla 15. Necesidades hídricas Policultivo ciclo corto

consumo de agua	Etc.	Volumen m ³ /ha/ciclo
Invierno	313 mm	3.133
Verano	326 mm	3.259

Elaboración: Los Autores

El ciclo de invierno muestra un consumo de 3.133 m³/ha, este va desde enero hasta la primera década de mayo, y para el ciclo de verano el consumo es de 3.259 m³/ha, y este va desde junio a la primera década de octubre.

Figura 18. Precipitación y evapotranspiración de Policultivo ciclo corto



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 18 en el policultivo corto, las necesidades de riego entre los dos ciclos varían en cada uno de ellos, así para el ciclo de invierno las necesidades hídricas son nulas por cuanto el aporte natural es suficiente para el desarrollo del cultivo, mientras que para el ciclo de verano



el aporte hídrico es necesario en todo el ciclo vegetativo del cultivo, siendo entre los meses de agosto y septiembre la época de mayor demanda hídrica.

5.1.4. Cacao

Para la determinación de las necesidades hídricas en el cultivo del cacao se tomó en consideración dos valores de K_c de 0,5 y 0,8 que tendrán una duración vegetativa de 90 y 180 días respectivamente, estos valores se lo utilizo para indicar que se está estableciendo por primera vez el cultivo, pasado este tiempo se tiene un valor de K_c de 1,05 el cual será utilizado para todo el ciclo de la planta ya que se considera al cacao como un cultivo en etapa de producción es decir en etapa de madurez; por lo tanto el cálculo de las necesidades hídricas van a ser regulares a lo largo del año.

El consumo hídrico del cacao está expresado en la Tabla 16 en la misma se encuentra diferenciado el consumo de invierno y de verano, tanto en la primera etapa de establecimiento de cultivo y etapa de madurez.

Tabla 16. Necesidades hídricas del cacao

Año	Consumo de agua	Etc	Volumen m ³ /ha/ciclo
1	Invierno (90días)	158 mm	1.581
	Verano (180 días)	502 mm	5.018
	Verano(90 días)	358 mm	3.585
2	Invierno	438 mm	4.382
	Verano	911 mm	9.110

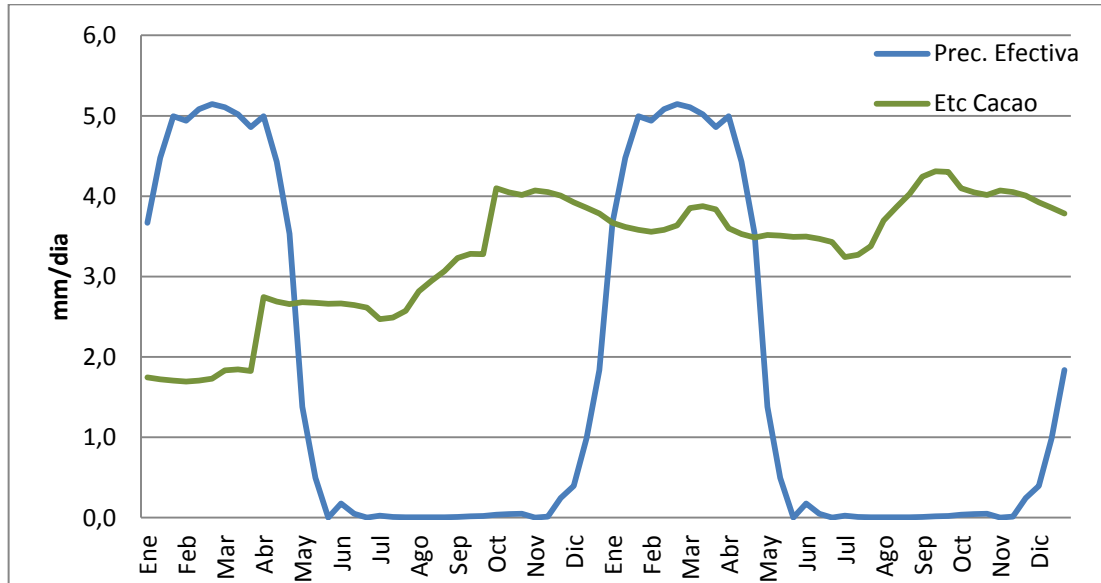
Elaboración: Los Autores

Las necesidades hídricas del cultivo de cacao para el primer año en los primeros 90 días es de 1.581 m³/ha , en los 180 días siguientes es de 5.018 m³/ha y finalizando el año 3.585 m³/ha; mientras que para el segundo año el consumo en invierno es de 4.382 m³/ha y en verano 9.110 m³/ha, así en la época lluviosa las necesidades hídricas del cacao son compensadas con la



lluvia, mientras que en la época seca las necesidades hídricas del cacao son superiores a las precipitaciones y deben ser compensadas con riego.

Figura 19. Precipitación y evapotranspiración en el cacao



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 19, en el cacao las necesidades hídricas son compensadas de manera natural por la época de invierno, mientras que en el verano es todo lo contrario.

5.1.5. Pasto

Para la determinación de las necesidades hídricas en el cultivo de pasto se tomó en consideración el valor de K_c de 0,95 para el primer año, este valor se lo utilizo para indicar que se está estableciendo por primera vez el cultivo, pasado este tiempo se tiene un valor de K_c de 1,10 el cual es utilizado para todo el ciclo de la planta ya que se considera como un cultivo en etapa de producción por lo tanto el cálculo de las necesidades hídricas van a ser regulares a lo largo del año.

El consumo hídrico en el cultivo de pasto está expresado en la Tabla 17, en la que se encuentra diferenciado el consumo de invierno y de verano, tanto



el primer año de establecido el cultivo y el segundo año de etapa de producción.

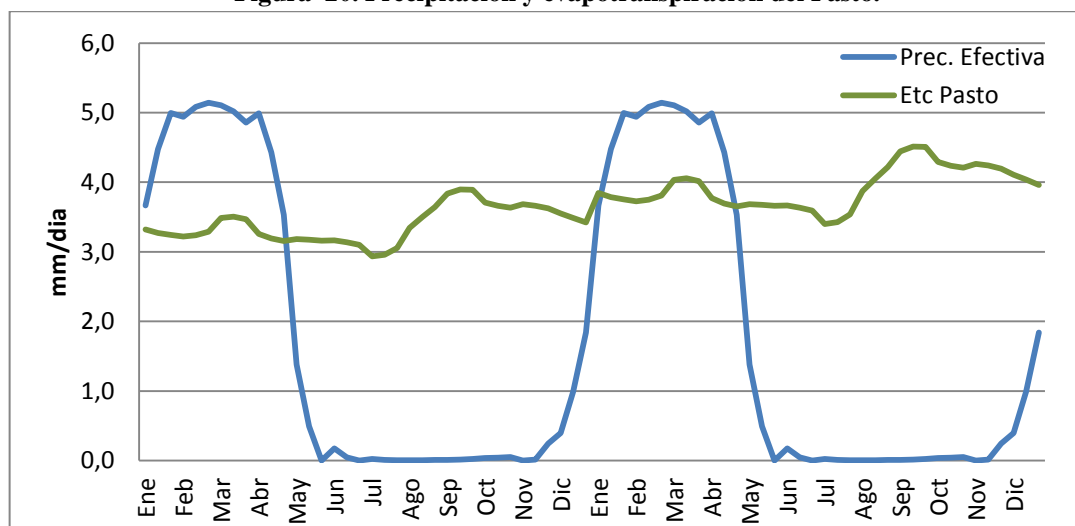
Tabla 17. Necesidades hídricas del Pasto.

Año	Consumo de agua	Etc	Volumen m ³ /ha/ciclo
1	Invierno	396 mm	3.964
	Verano	824 mm	8.242
2	Invierno	459 mm	4.590
	Verano	954 mm	9.544

Elaboración: Los Autores

Las necesidades hídricas del pasto para el primer año en la época de invierno es de 3.964 m³/ha. Y para el verano de 8.242 m³/ha; mientras que para el segundo año en la época de invierno es de 4.590 m³/ha, y en verano de 9.544 m³/ha, así en la período lluvioso las necesidades hídricas del cacao son compensadas con la lluvia, mientras que en la período seco las necesidades hídricas del pasto son superiores a las precipitaciones y deben ser compensadas con el riego.

Figura 20. Precipitación y evapotranspiración del Pasto.



Fuente: Los Autores

Como se observa en la Figura 20, en el cultivo de pasto las necesidades hídricas son compensadas de manera natural en la época de invierno,



mientras que en el verano disminuye notablemente las precipitaciones, por lo que es necesario dotar de agua al cultivo.

5.1.6. Policultivo Perenne.

Para la determinación de las necesidades hídricas en policultivo perenne se tomó en consideración dos valores de K_c de 0,66 y 0,90 que tendrán una duración vegetativa de 180 y 180 días respectivamente, estos valores se lo utilizo para indicar que se está estableciendo por primera vez el cultivo, pasado este tiempo se tiene un valor de K_c de 1,10 el cual será utilizado para todo el ciclo de la planta ya que se considera como un cultivo en etapa de producción; por lo tanto el cálculo de las necesidades hídricas van a ser regulares a lo largo del año.

El consumo hídrico del policultivo perenne está expresado en la Tabla 18, en la misma se encuentra diferenciado el consumo de invierno y de verano, tanto en la primera etapa de establecimiento de cultivo y etapa de madurez.

Tabla 18. Necesidades hídricas Policultivo perenne

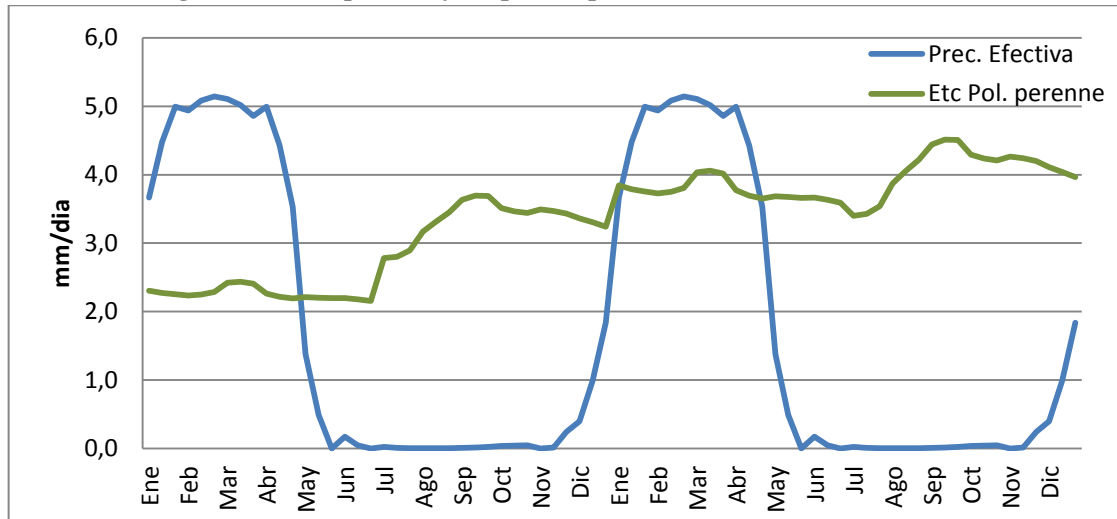
Año	Consumo de agua	Etc	Volumen m ³ /ha/ciclo
1	Invierno-verano 180 (días)	407 mm	4.069
	Verano (180 días)	602 mm	6.016
2	Invierno	459 mm	4.590
	Verano	954 mm	9.544

Elaboración: Los Autores

Las necesidades hídricas del Policultivo perenne en los primeros 180 días es de 4.069 m³/ha, en los siguientes 180 días el consumo de agua es de 6.016 m³/ha; mientras que para el año 2 el requerimiento en invierno es de 4.590 m³/ha. Y en verano 9.544 m³/ha, así en la época lluviosa las necesidades hídricas del policultivo perenne son compensadas con la lluvia, mientras que en la época seca las necesidades hídricas son superiores a las precipitaciones y deben ser compensadas con el riego.



Figura 21. Precipitación y evapotranspiración del Policultivo Perenne.



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 21, las necesidades hídricas son compensadas con las precipitaciones en la época de invierno, mientras que en el verano es necesario dotar de agua al cultivo.

5.2. Lámina de Riego

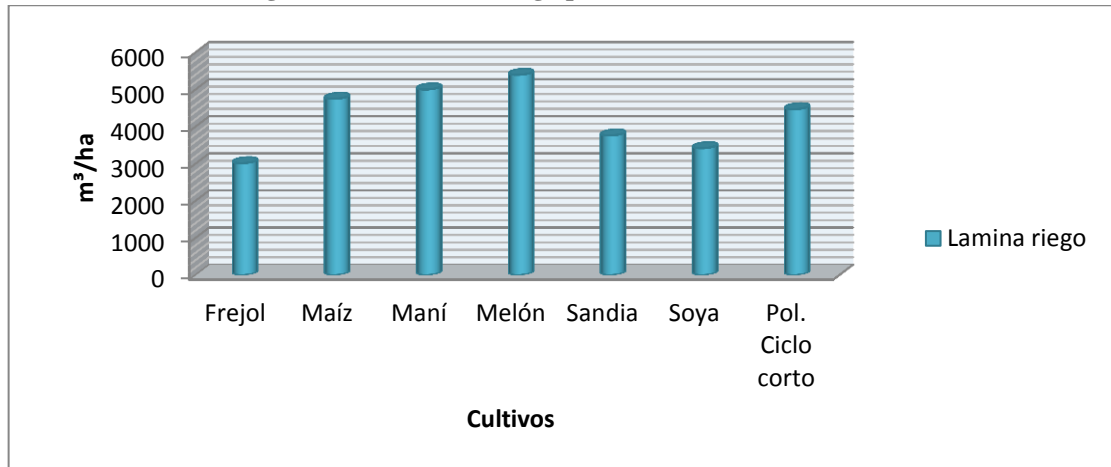
Los resultados de la lámina de riego para los cultivos propuestos en rotación y para el policultivo ciclo corto se encuentran expuestos en la Tabla 19.

Tabla 19. Lámina de riego para los diferentes cultivos (Ha)

Cultivo	Frejol	Maíz	Maní	Melón	Sandía	Soya	Policultivo ciclo corto
Lamina de riego (m ³ /ha)	3016	4752	5004	5398	3763	3420	4470

Elaboración: Los Autores

Figura 22. Lámina de riego para los diferentes cultivos



Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 22, el cultivo que mayor lámina de riego tiene es el melón con 5398 m³/ha, seguido por los cultivos de maní con 5.004 m³/ha, maíz 4.752 m³/ha, sandia 3.763 m³/ha, soya 3.420 m³/ha y finalmente el cultivo de frejol con 3.016 m³/ha; esto en cuanto a los cultivos propuestos en rotación; mientras que el policultivo ciclo corto tiene un consumo de 4.470 m³/ha.

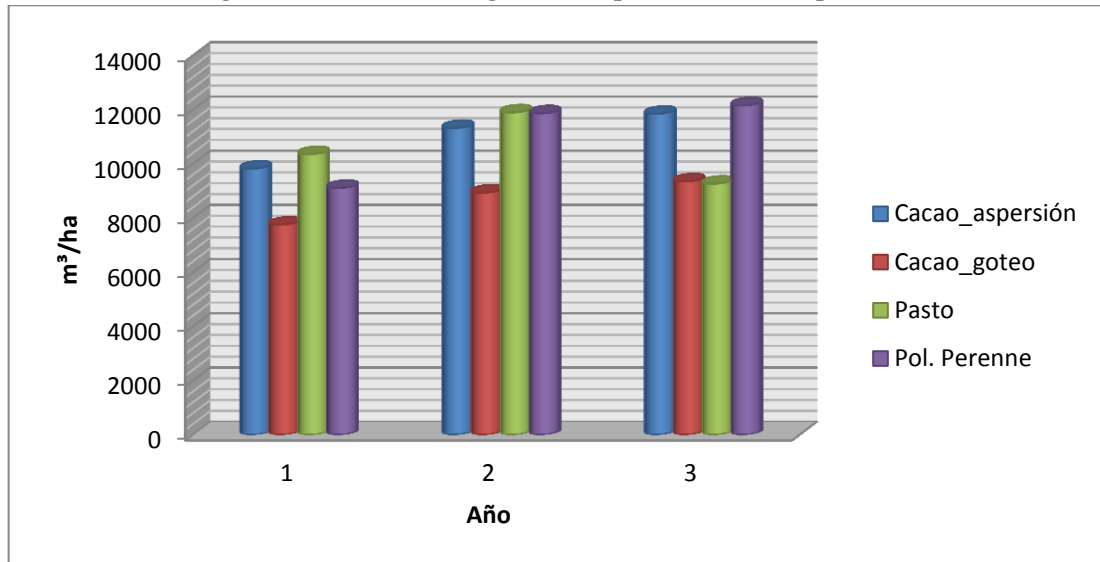
La lamina de riego para los cultivos de cacao, pasto y policultivo perenne se encuentran expuestos en la Tabla 20; en estos cultivos se estimó que para el año 1 y 2, se encuentran en desarrollo es decir que la raíz se encuentra en crecimiento por lo que se tiene variaciones en la lámina de riego debido a esta consideración, mientras que a partir del tercer año la lámina será constante para el resto del ciclo de los cultivos; adicionalmente se tomó en consideración un sistema de riego por goteo para el cultivo de cacao.

Tabla 20. Lámina de riego (Cacao, pasto, Policultivo perenne) (Ha)

Cultivo	Primer año	Segundo año	Tercer año
Cacao aspersión	9823	11324	11846
Cacao goteo	7755	8940	9352
Pasto	10357	11897	9269
Pol. Perenne	9110	11865	12158

Elaboración: Los Autores

Figura 23. Lámina de riego (Cacao, pasto, Policultivo perenne)



Elaboración: Los Autores

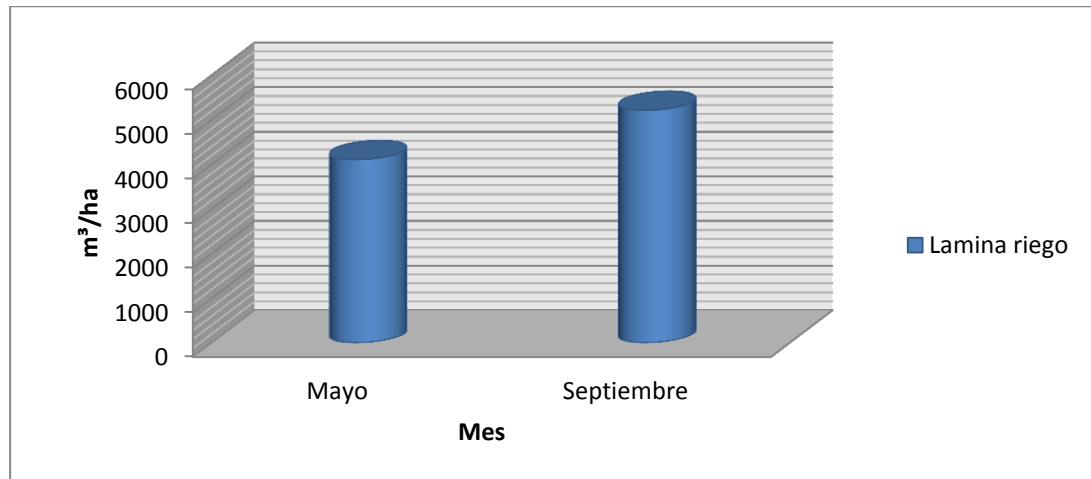
En la Figura 23 se puede ver la variación entre las láminas, teniendo para el primer año una lámina de 9.823 m³/ha para el cacao en aspersión y para el riego en goteo de 7.755 m³/ha; 10.357 m³/ha para el pasto y 9.110 m³/ha en policultivo perenne. En el segundo año 11.324 m³/ha en cacao aspersión y para el goteo 8.940 m³/ha; 11.897 m³/ha en pasto y 11.865 m³/ha para el policultivo perenne y en el tercer año 11.846 m³/ha en cacao aspersión y para el goteo 9.352 m³/ha; 9.269 m³/ha en pasto, mientras que para el cultivo perenne el requerimiento es de 12.158 m³/ha.

La lámina de riego para los dos ciclos de arroz en verano se encuentra expuesta en la Tabla 21.

Tabla 21. Lamina de Riego para el cultivo de arroz (Ha)

Cultivo	Mayo - Agosto	Septiembre - Noviembre
Arroz	4113	5218

Elaboración: Los Autores

Figura 24. Lámina de Riego para el cultivo de arroz

Elaboración: Los Autores

En la Figura 24, se tiene la lámina para los dos ciclos de arroz siendo para la temporada de mayo 4.113 m³/ha y para el mes de septiembre 5.218 m³/ha, existiendo un mayor consumo en este mes.

5.3. BALANCE HIDRICO

Para el desarrollo del balance hídrico se tomó en consideración la cobertura actual (Tabla 2, Tabla 3) y la propuesta del PACALORI (Tabla 24, Tabla 25) mediante la implementación de nuevas áreas con la finalidad de tener una diversidad de cultivos.

5.3.1. BALANCE HIDRICO CON LAS COBERTURAS ACTUALES

La estimación de la lámina de riego de los cultivos que van a ser implementados en rotación (maíz, frejol, soya, maní, sandía y melón) se utilizó los datos del cultivo de melón, debido a que este cultivo presenta el mayor consumo de agua por lo cual nos permite englobar los requerimientos del resto de cultivos.

Para la superficie de pastos se tomó en consideración los valores de pasto cultivado, pasto natural y pasto con presencia de árboles con el cual



tenemos una sola área que contempla al cultivo pastos en el caso de las coberturas actuales

La superficie del cultivo de arroz se contempló el doble del área a la que representa debido a que se realizará 2 ciclos en la temporada de verano (mayo-junio y septiembre-noviembre).

5.3.1.1. Balance hídrico Mangas Saibas mediante la cobertura actual.

En la Tabla 22 muestran los resultados de los requerimientos de agua que se necesitara para cubrir el 97.93 % del área de riego, teniendo un valor de 172'534.882 m³.

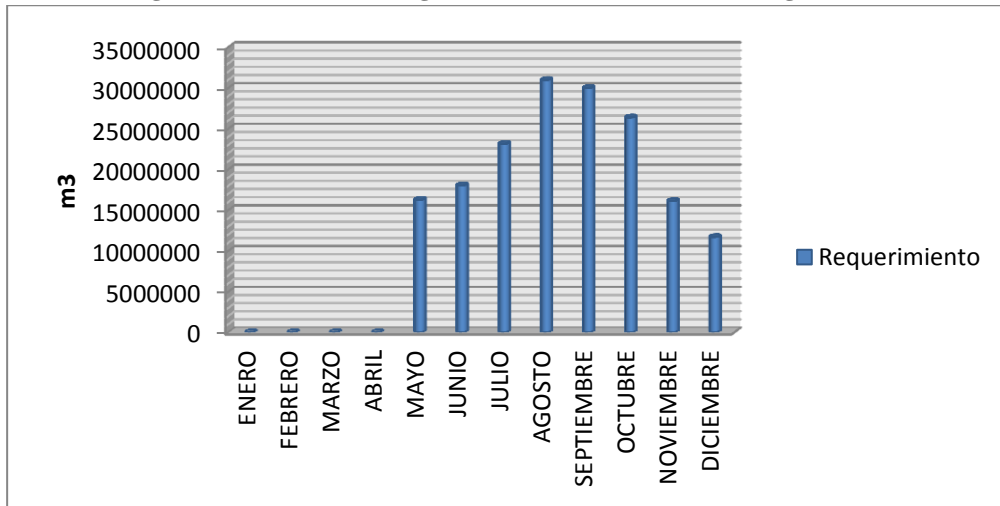
Tabla 22. Requerimiento hídrico para el Área de riego Manga Saibas

Cobertura	Área(ha)	Área %	Requerimiento m ³
ARROZ	3,83	0,02	35740
CACAO	6534	29,44	77404874
ROTACION CULTIVOS	11818,82	53,26	63798370
PASTO	3376,36	15,21	31295899
TOTAL	21733,01	97,93	172534882

Elaboración: Los Autores

Como se observa en la Figura 25 los gastos mas representatvos se encuentran entre los meses de julio a octubre ya que se necesitaran gastos superiores a los 20 millones de m³.

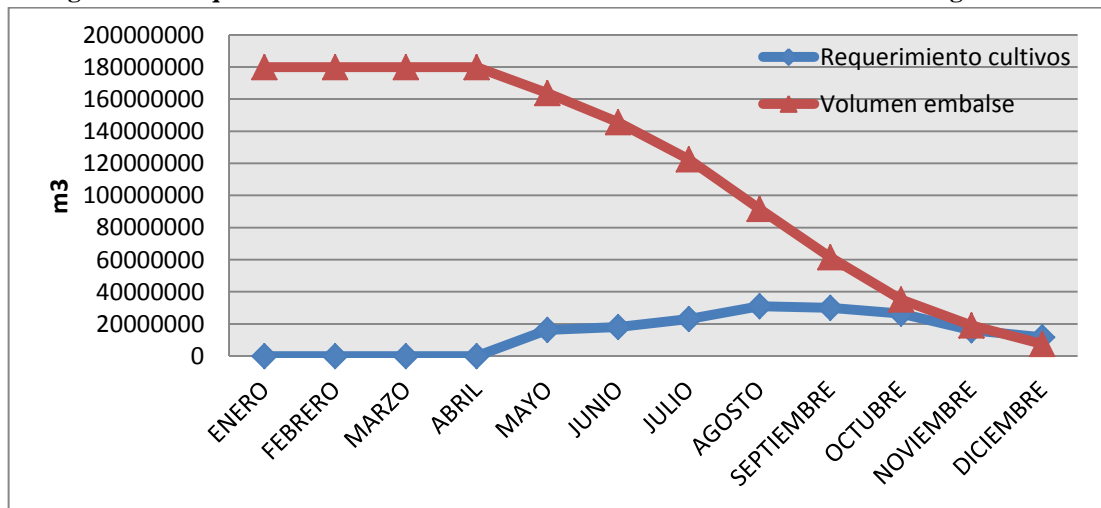
Figura 25. Consumo de agua en los diferentes meses Manga Saibas



Elaboración: Los Autores.

En la Figura 26 se observa que el agua que tendrá el embalse si permitirá abastecer en su totalidad al área de riego por lo cual se estima un consumo del 96 % del volumen del embalse.

Figura 26. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Mangas Saibas



Elaboración: Los Autores

5.3.1.2. Balance hídrico Chojampe mediante la cobertura actual.

En la Tabla 23 se muestran los resultados de la lámina de riego necesario para cubrir las necesidades de los cultivos. En las cuales se estima un gasto de 84'402.765 m³ de agua de riego para cubrir el 99,7 % de la superficie



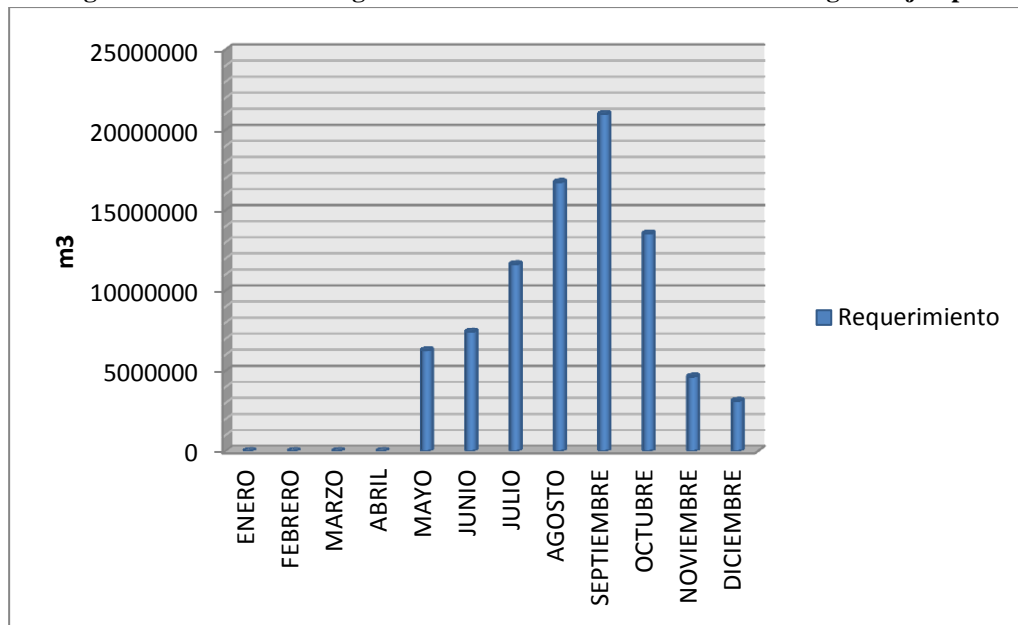
Tabla 23. Requerimiento hídrico para el Área de riego Chojampe

Cobertura	Área(ha)	%	Requerimiento m ³
ARROZ	452,02	3,42	4218033
CACAO	489,71	3,71	5801338
ROTACION CULTIVOS	10074,81	76,24	54384148
PASTO	2157,62	16,33	19999247
TOTAL	13174,16	99,7	84402765

Elaboración: Los Autores

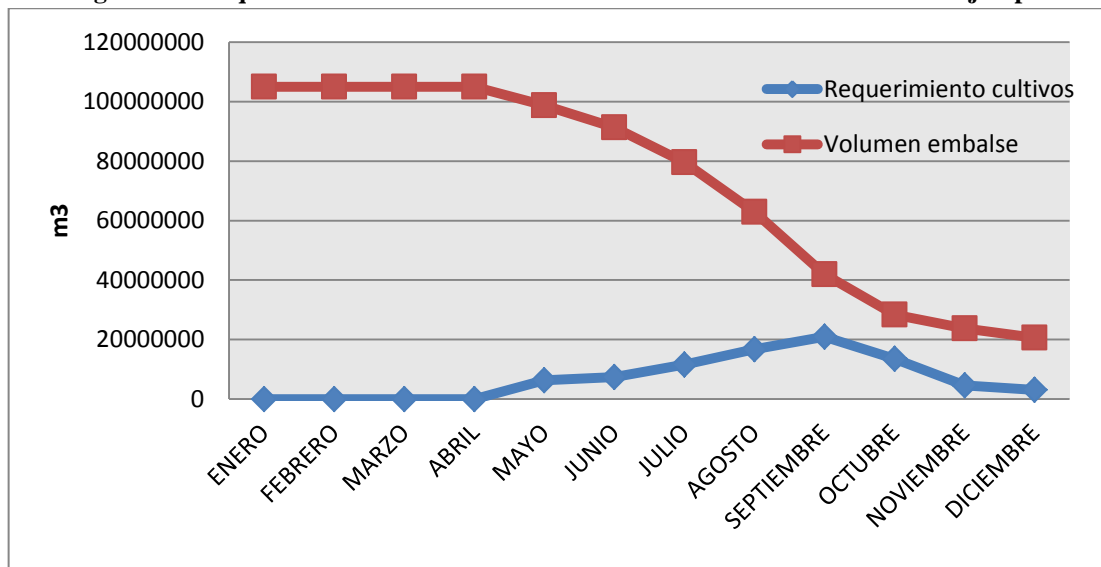
Como se observa en la Figura 27, los gastos mas representativos se encuentran entre los meses de julio a octubre ya que se necesitarán gastos superiores a los 10 millones de m³.

Figura 27. Consumo de agua en los diferentes meses del área de riego Chojampe



Elaboración: Los Autores

En la Figura 28 se observa que el agua que tendrá el embalse si permitirá abastecer en su totalidad al área de riego existente con lo cual se estima un consumo del 80 % del volumen del embalse.

Figura 28. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Chojampe

Elaboración: Los Autores

5.3.2. BALANCE HIDRICO PROPUESTA PACALORI

En este balance se contempla nuevos valores de áreas y con la implementación de policultivos de ciclo corto y perenne con lo cual se prevé tener una diversidad de cultivos.

Para la determinación de la lámina de los cultivos que van a estar en rotación y arroz se tomó la misma consideración que la utilizada para el balance de la cobertura actual.

5.3.2.1. Balance hídrico Mangas Saibas PACALORI

En la Tabla 24 se muestran los resultados de la lámina de riego necesario para cubrir las necesidades de los cultivos propuestos. En las cuales se estima un gasto de 159'711.183 m³ de agua de riego para cubrir el 95 % de la superficie propuesta.



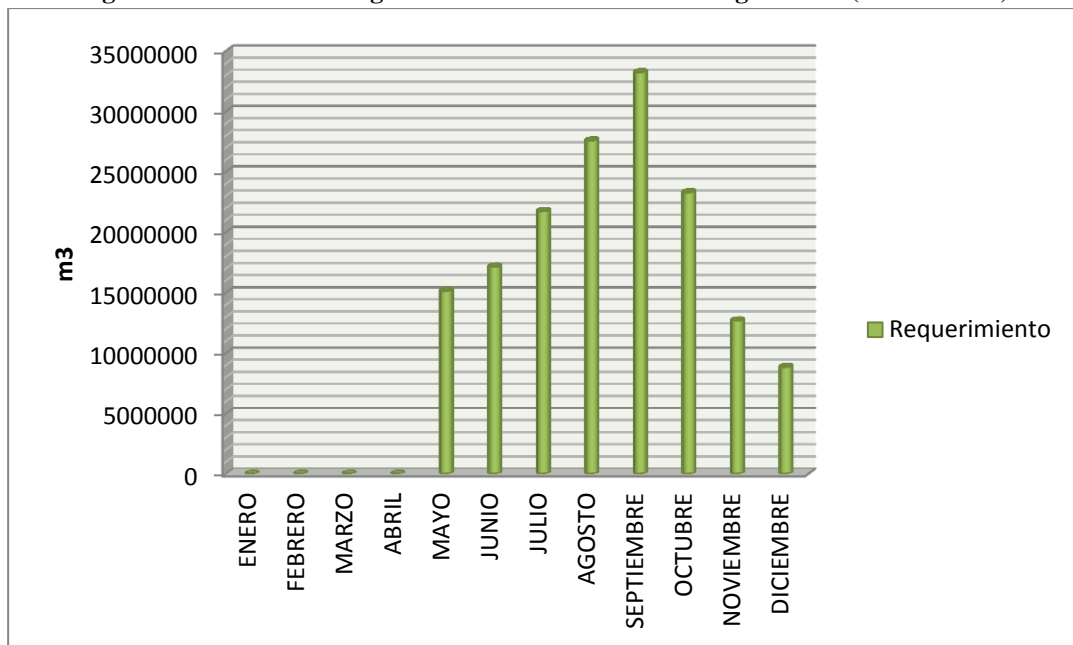
Tabla 24. Lámina de riego para los cultivos Área de riego Manga Saibas (PACALORI)

CULTIVOS	Área (Ha)	Área (%)	Requerimiento m ³
CULTIVOS ROTACION	9986	45	53904478
CACAO	3107	14	36803921
PASTO	1997	9	18512201
POL. PERENNE	2663	12	32375462
ARROZ	666	3	6212271
POL. CICLO CORTO	2663	12	11902849
TOTAL	21081	95	159711183

Elaboración: Los Autores

En la Figura 29 se observa que los meses de mayor requerimiento serán los meses de julio a octubre ya que se encuentran por encima de los 20 millones de metros cúbicos.

Figura 29. Consumo de agua en los diferentes meses Manga Saibas (PACALORI)

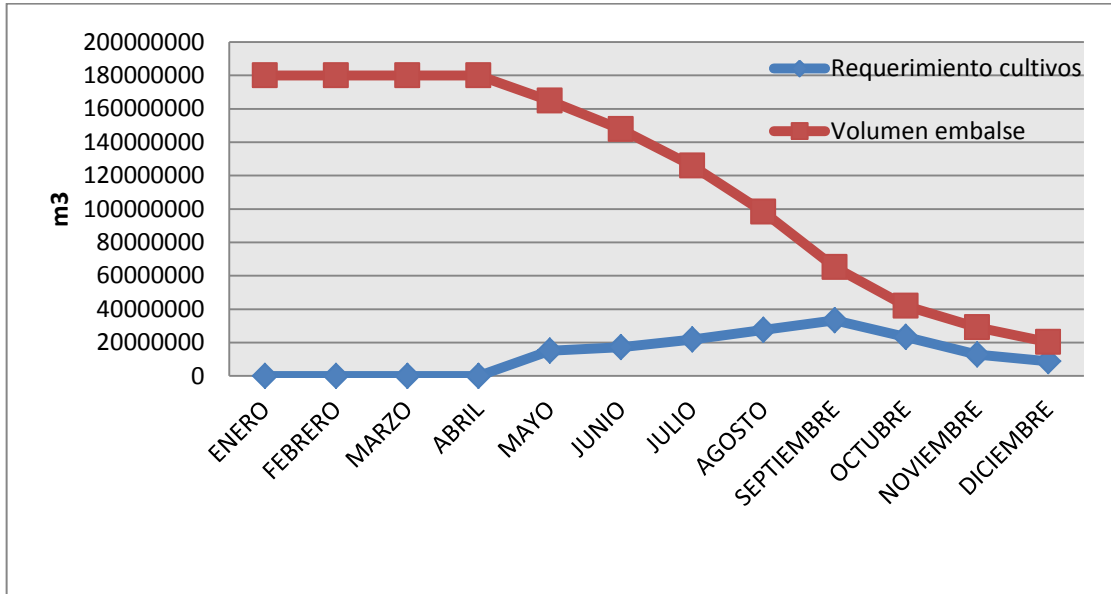


Elaboración: Los Autores

En la Figura 30 se observa que el agua que tendrá el embalse si permitirá abastecer en su totalidad al área de riego existente con lo cual se estima un consumo del 89 % del volumen del embalse.



Figura 30. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Mangas Saibas (PACALORI)



Elaboración: Los Autores

5.3.2.2. Balance hídrico Chojampe PACALORI

En la Tabla 25 se muestran los resultados de la lámina de riego necesario para cubrir las necesidades de los cultivos propuestos. En las cuales se estima un gasto de 96´795.254 m³ de agua de riego para cubrir el 99 % de la superficie propuesta.

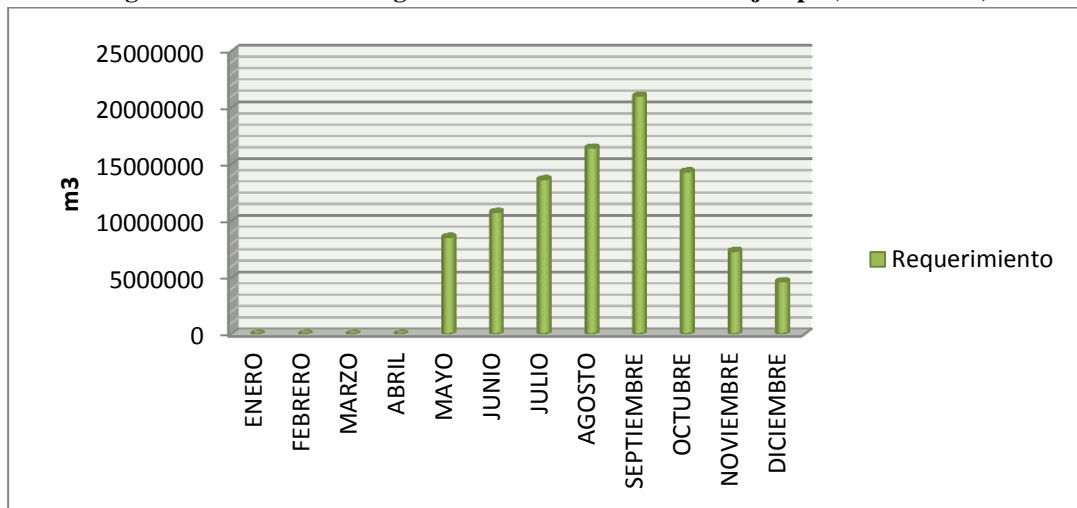
Tabla 25. Lámina de riego para los cultivos del área de riego Chojampe (PACALORI)

CULTIVOS	Área (Ha)	%	Requerimiento m³
CULTIVOS ROTACION	6608	50	35667497
CACAO	1586	12	18786142
PASTO	925	7	8574403
POL. PERENNE	1586	12	19279966
ARROZ	793	6	7398960
POL. CICLO CORTO	1586	12	7088286
TOTAL	13876	99	96795254

Elaboración: Los Autores

En la Figura 31 se observa que los meses de mayor requerimiento serán los meses de julio a octubre ya que se encuentran por encima de los 13 millones de metros cúbicos.

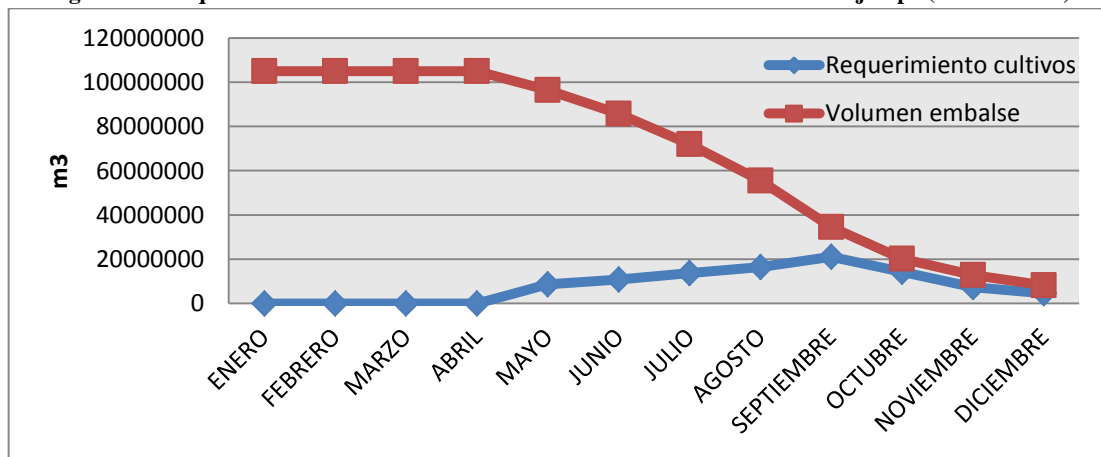
Figura 31. Consumo de agua en los diferentes meses Chojampe (PACALORI)



Elaboración: Los Autores

En la Figura 32 se observa que el agua que tendrá el embalse si permitirá abastecer en su totalidad al área de riego existente con lo cual se estima un consumo del 92 % del volumen del embalse.

Figura 32. Requerimiento Hídrico de los cultivos Vs Volumen del embalse Chojampe (PACALORI)



Elaboración: Los Autores



5.4. Programa de capacitación en agricultura de conservación irrigada

Este Programa da paso a mejorar la calidad de vida en el medio rural al formar a los beneficiarios, aumenta la tecnología en la producción mejorando la rentabilidad de la producción, siguiendo una línea de acción que fomente la soberanía alimentaria de las familias y, al mismo tiempo, se aporte a la sostenibilidad de los recursos naturales.

Los beneficiarios del Programa serán los habitantes del territorio que realizan sus actividades productivas en las áreas de riego de Chojampe y Mangas-Saibas. Por otro lado con la aplicación del Programa se beneficiará a la naturaleza preservando su integridad al utilizar métodos de producción más sostenibles de los que usan actualmente, en la Tabla 26 se muestra la población de influencia, tras una correcta socialización, se espera alta demanda de la población por la capacitación ofrecida.

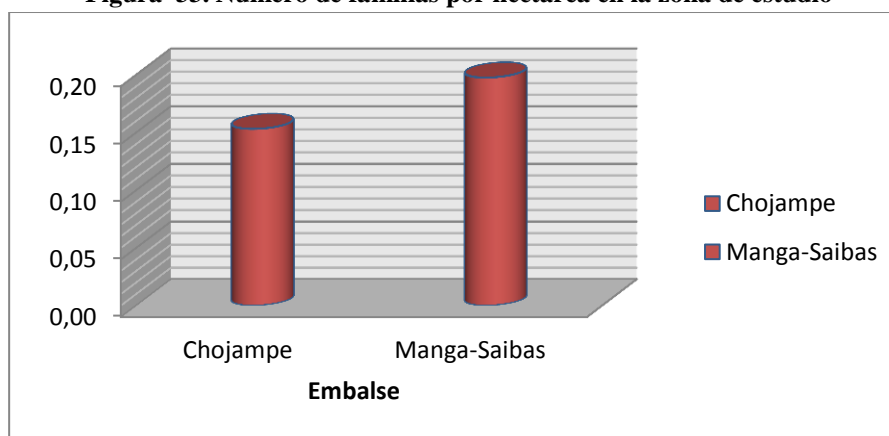
Tabla 26. Número de familias por hectárea en la zona de estudio

Embalse	Área de riego	Población Aproximada (hab.)	Número de familias	Familia/ha
Chojampe	13215	8226	2024	0,15
Manga-Saibas	22191	16466	4386	0,20

Fuente: Informe de factibilidad proyecto PACALORI

Elaboración: Los Autores

Figura 33. Número de familias por hectárea en la zona de estudio



Fuente: Informe de factibilidad proyecto PACALORI

Elaboración: Los Autores



En la Figura 33 se puede observar la densidad de la relación familia/ha teniendo como resultado para el área de Chojampe 0,15 Familias/ha y para Mangas-Saibas 0,20 Familias/ha.

Se plantea la necesidad de establecer un Programa de Capacitación en agricultura de conservación irrigada, que contemple involucrar y capacitar a jóvenes una vez que terminan la educación básica. La propuesta de la escuela de agricultura para jóvenes consta de 2 niveles de cuatro meses de duración cada uno, nivel entrante y avanzado. Los alumnos podrían entrar en grupos de 60 mensualmente.

El nivel entrante tratará de módulos de Manejo y conservación de suelos, Manejo integrado de plagas y enfermedades, Manejo integrado de cultivos y Mecánica básica.

Una vez que el alumnado concluye el nivel entrante, ha de superar una prueba teórico-práctica que le permite cursar el siguiente cuatrimestre. Este examen puede ser también accesible para agricultores que quieran capacitarse en distintas técnicas de producción.

El nivel avanzado trata los módulos de Agroecología, Técnicas pos cosecha y comercialización, Tecnificación de la producción agropecuaria, Tecnificación de los sistemas de riego y Manejo integral de la finca y cooperativismo.

Las aulas podrían ser de hasta 60 alumnos/as ateniéndose a la demanda. De esta manera, se tendrá 300 personas capacitadas anualmente en cada uno de los embalses, con lo que se prevé capacitar por lo menos a un miembro de cada familia en un tiempo de 7 años para Chojampe y 7 años en Mangas Saibas, implementándose 1 escuela de capacitación en el área de riego de Chojampe y 2 escuelas en el caso de Mangas Saibas, ya que el



área de riego de Mangas Saibas es el área más representativa de todo el proyecto e involucra a mayor número de agricultores.

La propuesta, por otro lado, de establecer módulos intensivos de capacitación, que atiendan a las necesidades técnicas de los productores sobre problemas o “cuellos de botella” que dificulten o limiten el idóneo desarrollo de la producción. Estos Programas de Incorporación están compuestos por una serie de cursos modulares con una estructura común, que adaptan sus contenidos al proyecto de incorporación y/o modernización del alumnado. El alumnado podrá obtener un certificado de cada uno de los módulos realizados y un diploma correspondiente al curso completo, una vez realizados todos los módulos que lo componen.

El objetivo final de este tipo de escuelas de capacitación es que todas las personas dedicadas a la agricultura, la ganadería o empresas del sector alcancen la formación profesional precisa para afrontar la actividad propuesta con las garantías necesarias y obtengan los requisitos de capacitación que les son exigibles por la normativa ecuatoriana.

Está previsto que con los cursos propuestos así como la aplicación de un Plan agrícola, que facilite el con el acceso a microcréditos se pueda conectar a la fuerza laboral campesina, con un sistema de producción eficiente, limpio y sostenible que les permita comenzar su producción y contribución con la economía del país. Las capacitaciones serán mediante procesos participativos de promoción y mejoramiento de los sistemas productivos campesinos, partiendo del principio de que la participación y el empoderamiento son elementos fundamentales en el desarrollo sostenible, que se centra en la iniciativa propia y el protagonismo de campesinas y campesinos, sin embargo los más interesados tendrán acceso a la investigación y a los procesos de mejora.



5.5. Tasa de incorporación de agricultores al riego

A continuación se detalla la información recolectada de cada uno de los proyectos de riego más importantes de la región Costa mencionados anteriormente, en donde nos muestra diferentes realidades ya que en todos los proyectos se observa deficiencias desde el momento que ha entrado en operación, esto se debe principalmente al retraso de las obras, el desconocimiento y falta de capacitación a los agricultores sobre los parámetros técnicos y básicos del riego, por esta razón el proyecto Pacalori trata de dar soluciones buscando alternativas para el buen desarrollo de estos tipos proyecto.

5.5.1. Proyecto Tahuín

El Proyecto Multipropósito Tahuín es uno de los proyectos más significativos en la Provincia de El Oro, ya que comprende varios campos de acción como: Control de Inundaciones, Agua potable para Arenillas y Huaquillas, generación hidroeléctrica, manejo ambiental y ecoturismo, y Riego.

Uno de los objetivos del proyecto Tahuín fue irrigar 8000 Hectáreas, el canal de Riego está totalmente terminado y comenzó a operar en el año 1988, existen datos que muestran que desde el año 1988 hasta el 2012 se habían irrigado 5000 hectáreas, dando una incorporación de tierras de aproximadamente 200 hectáreas por año lo que quiere decir una Tasa del 2.5 % de hectáreas. Como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Incorporación de Tierras Proyecto Tahuín

Proyecto Multipropósito Tahuín			
Funcionamiento de la presa	Hasta	Área regada (Ha)	años
1988	2012	5000	25
Año	Ha/Incorporación		
1988 - 2012	200		
Total	5000		

Fuente: SENAGUA

Elaboración: Los Autores



5.5.2. Proyecto Daule Peripa

El Proyecto Daule Peripa construido en el año de 1983, es parte del proyecto de propósito múltiple Jaime Roldós Aguilera, el objetivo de la represa es proporcionar caudal para usos de riego, abastecimiento de agua, electricidad y control de inundaciones, se exageraron los beneficios de esta obra, ya que estimaron una incorporación de 100 mil hectáreas, sin embargo datos tomados recientemente señalan otra realidad ya que publicaciones muestran que desde el año 1988 hasta el año 2009 fueron irrigadas únicamente 7000 hectáreas es decir con una tasa de incorporación de tierras de **0.32%**, (Tabla 28) y hasta la fecha se desconoce el número de incorporación de nuevas tierras.

Tabla 28. Incorporación de Tierras Proyecto Daule - Peripa

Proyecto Daule - Peripa			
Desde	Hasta	Área Regada (Ha)	Años
1988	2009	7000	22
Año	Ha/año		
1988	318.2		
1989	318.2		
2000	318.2		
2001	318.2		
2002	318.2		
2005	318.2		
2006	318.2		
2007	318.2		
2008	318.2		
2009	318.2		
Total	7000		

Fuente: AUDITORÍA INTEGRAL ECUATORIANA AL CRÉDITO PÚBLICO

Elaboración: Los Autores

Miles de campesinos consideran este proyecto como un crimen ecológico, ya que el represamiento inundó un total de 27 mil Hectáreas productivas y una serie de caminos vecinales, desplazando e incomunicando a más de 40 comunidades. La construcción de este proyecto no contó con un estudio de impacto ambiental (Chum Kuffo & Jácome , 2006)



La falta de protección y control periódico de los caudales y la calidad de agua en la Cuenca del Guayas en la magnitud que esta cuenca lo requiere, ha llevado a problemas de eutrofización y sedimentación del mayor patrimonio del Ecuador. El empeoramiento de las condiciones de vida de los recintos afectados por la construcción de este proyecto ha sido notorio.

5.5.3. Proyecto Carrizal – Chone (La Esperanza)

El Sistema de Riego Carrizal – Chone usa las aguas de la Represa Multipropósito La Esperanza que está ubicada en la Provincia de Manabí. Este Sistema cuenta con 2 fases, la primera fase después de su entrega en 2006 y puesta en funcionamiento se proyectó cubrir 7250 hectáreas, sin embargo solo 2000 hectáreas son efectivamente regadas, dando una Tasa de incorporación de tierras del **5.52%** por año (Tabla 29). La segunda fase del sistema comenzó a construirse a finales del 2007 y a septiembre del 2010 tenía un avance del 96%, en esta segunda etapa se proyectaba cubrir de riego a 6018 hectáreas, pero aún no está concluida.

Tabla 29. Incorporación de Tierras Proyecto Carrizal Chone (Represa La Esperanza)

Primera Fase Proyecto Carrizal Chone			
Fecha de inicio	Hasta	Área Regada (Ha)	Años
2006	2010	2000	5
Años	Incorporación Ha		
2006	400		
2007	400		
2008	400		
2009	400		
2010	400		
Total	2000		

Fuente: Irrigation and Water Engineering Group, 2011

Elaboración: Los Autores

A pesar de que uno de los principales propósitos de la represa La Esperanza fue el suministro de agua para riego, la represa estuvo aproximadamente 10 años sin tener la infraestructura necesaria para regar. La represa fue



terminada en diciembre de 1995 y la primera fase del sistema de riego Carrizal Chone fue inaugurada el año 2006.

“De acuerdo a los agricultores de la cuenca del río Carrizal, los procesos de consolidación de la represa La Esperanza y del sistema de riego Carrizal Chone no han sido equitativos ni participativos”. (Bruckner, 2011)

El mayor conflicto que existe en el Sistema Carrizal Chone actualmente es que el gobierno nacional ha determinado que no dará más recursos para riego a la provincia si no funciona el sistema. Sin embargo, para que el sistema funcione se requieren varios cambios como involucrar a los usuarios en la operación del sistema, hacer cambios en el diseño del sistema, mejorar el mantenimiento del sistema, etc. Cambios que necesitan presupuestos para ser impulsados. Esta incompatibilidad de intereses, por un lado reducir los gastos y por otro hacer funcionar el sistema es un conflicto para las instituciones involucradas y perjudica a los usuarios del sistema, quienes son finalmente los más afectados.

5.5.4. Proyecto Poza Honda

El sistema de Riego Poza Honda forma parte de la etapa III del gran Proyecto Múltiple Poza Honda ubicado en la Provincia de Manabí. Este sistema consta de cuatro fases:

- ✓ Fase I: Esta fase contiene una Presa de derivación y los canales principales de riego.
- ✓ Fase II: Contiene un Sistema de distribución de riego y drenaje para 2000 ha aproximadamente y que están comprendidas entre las ciudades de Santa Ana Y Portoviejo
- ✓ Fase III: Existe un Sistema de distribución de riego y drenaje para 3000 ha aproximadamente y que están comprendidas entre Portoviejo y la unión de los ríos Chico.



- ✓ Fase IV: Contiene Sistema de distribución de riego y drenaje para 5500 ha comprendidas entre la unión de los ríos Portoviejo y Chico y el mar

En total el proyecto preveía el riego de 10.500 hectáreas, los cuales para el año de 1991 han quedado reducidas a 8.747 ha, esto debido principalmente al cambio del uso de la tierra, y de seguir con estos cambios se estimó una reducción a 6.747 ha para el año 2000.

El Proyecto Multipropósito Poza Honda estaba ejecutado parcialmente y administrado por la CRM (Corporación para el manejo hídrico de Manabí) desde el año 1976 hasta el año 2005 (30 años), se encontraban bajo riego 4000 hectáreas, lo que da una incorporación de 133 ha/año (Tabla 30) es decir una tasa de incorporación de tierras del **1.52%**. Este sistema de riego se divide en tres zonas: zona alta, zona media, zona baja. La zona alta con una extensión de 55 Km., riega aproximadamente 1.200 Ha; la zona media de 28 Km. de extensión riega 1.000 Ha, y por último la zona baja con una extensión de 66 Km., riega aproximadamente 2.000 Ha.

Tabla 30. Incorporación de Tierras Proyecto Poza Honda

Sistema de riego Poza Honda			
Fecha inicio	Hasta	Área regada (Ha)	Años
1976	2005	4000	30
Años	Incorporación (Ha)		
1976.....	133,3		
1989	133.3		
1990	133.3		
2012	133.3		
Total	4000		

Fuente: Protos, 2005

Elaboración: Los Autores

En el sistema de riego Poza Honda ha disminuido notablemente la incorporación de tierras por la expansión desordenada de la malla urbana de Portoviejo, ocupando suelos netamente agrícolas.



5.5.5. Sistema de Riego Manuel J. Calle.

El sistema de riego Manuel J calle está ubicado en la provincia del Guayas sector la Troncal este proyecto beneficia alrededor de 1100 familias, a su vez se encarga de conducir el agua desde la captación hasta el campo o huerta donde será aplicados los cultivos.

El sistema de riego presenta una estructura agraria heterogénea, según información recolectada, datos muestran que desde el año de 1976 hasta el 2006 se tienen 36295,39 hectáreas bajo riego, lo que da una incorporación de 1171 hectáreas por año, es decir una tasa de incorporación del **3.23%** (Tabla 31).

Tabla 31. Incorporación de tierras Sistema de riego Manuel J. Calle.

Sistema de riego Manuel J. Calle			
Fecha inicio	Hasta	Área regada (Ha)	Años
1976	2006	36295	31
Años	Incorporación (Ha)		
1976.....	1171		
1989	1171		
1990	1171		
2006	1171		
Total	36295		

Elaboración: Los Autores

Existen pequeños proyectos de riego pero no menos importantes tales como el Proyecto Zapotillo, Manú, Yangana-Suro, La Palmira, Buenavista, Rio León, Vilcabamba Alto, Malla, Usaime, Sabaingo, que pertenecen al Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. Datos muestran que hasta el año 1994 el área irrigada era de 17700 ha, y que el ritmo de incorporación de tierras ha sido de 200 ha/año desde el año de 1984 a 1994.

Este Plan integral de desarrollo pretendía incorporar 13436 hectáreas que están involucrados varios proyectos que fueron mencionados anteriormente.



Incorporar esta superficie en un plazo de 25 años, que representa un promedio de 540 ha/año.

En resumen, recolectada la información de los proyectos de riego de gran importancia en Ecuador, se demostró que hay variabilidad en la incorporación de tierras. (Tabla 32).

Tabla 32. Tabla General de los Proyectos de Riego en Ecuador

Proyecto de Riego	Área destinada a Riego	Años	Incorporación Ha/año	Tasa de Incorporación
Tahuín	8000	25	200	2,50%
Daule - Peripa	100000	22	318	0,32%
Carrizal Chone	7250	5	400	5,52%
Poza Honda	8747	30	133	1,52%
Manuel J. Calle	36295	31	1171	3,23 %

Elaboración: Los Autores

5.5.6. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.

La simulación de escenarios contempla en estimar las tasas de incorporación de los proyectos estudiados y la propuesta del proyecto PACALORI, además establece el consumo de agua anual que se llevaría a cabo en los embalses, esta estimación se la realizo con los valores de las áreas propuestas en el proyecto PACALORI. (Anexo 32 y Anexo 33)

5.5.6.1. ESCENARIO 1: Incorporación según proyecto DAULE-PERIPA

En este escenario se estima el 0,32% de incorporación de tierras, llegándose a regar en el área de Chojampe 42 ha/año; y para Mangas Saibas 67 ha/año, con consumos de agua de riego de 0,30 y 0,29 % en los respectivos embalses. En caso de darse este tipo de escenario tardaría más de 100 años en incorporar el total de las áreas de riego.



5.5.6.2. ESCENARIO 2: Incorporación según proyecto POZA HONDA

Mediante este escenario se estima el 1,52% de incorporación de tierras con lo cual se irrigara 199 ha/año y 320 ha/año en las áreas de Chojampe y Manga Saibas; con consumos del 1,40 y 1,34 % del volumen total de los embalses respectivamente. Mediante esta tasa de incorporación se podrá cubrir en 66 años aproximadamente las áreas de riego.

5.5.6.3. ESCENARIO 3: Incorporación según proyecto TAHUIN

En este escenario se estima el 2,5 % de incorporación de tierras lo cual permitirá irrigar en el área de Chojampe 327 ha/año; y para Mangas Saibas 527 ha/año, con consumos de agua del 2,31 y 2,23 % de los embalses. Mediante este se prevé un estimado de 40 años para cubrir completamente las áreas de riego.

5.5.6.4. ESCENARIO 4: Incorporación según proyecto CARRIZAL – CHONE

En este escenario se estima el 5,52 % de incorporación de tierras a ser irrigadas anualmente, llegándose a regar en el área de Chojampe 722 ha/año; y para Mangas Saibas 1164 ha/año, con consumos de agua de riego del 5,10 y 4,89 % de los embalses. Con lo cual se podría cubrir las áreas en un tiempo aproximado de 18 años.

5.5.6.5. ESCENARIO 5: Incorporación según proyecto de riego MANUEL J. CALLE

Mediante este escenario se estima el 3,23 % de incorporación de tierras, permitiendo irrigar en el área de Chojampe 423 ha/año; y en Mangas Saibas 681 ha/año, con gastos del 2,97 y 2,87 % del volumen de los embalses



respectivamente. Estimándose un periodo de alrededor 31 años para poder lograr cubrir las áreas de estudio.

5.5.6.6. ESCENARIO 6: Incorporación propuesta proyecto PACALORI

En el proyecto Pacalori como se mencionó anteriormente se tiene una propuesta de Capacitación a los agricultores con lo que se tendrán 300 y 600 personas capacitadas anualmente en las áreas de riego de Chojampe y Mangas Saibas respectivamente; lográndose de esta manera una incorporación del 15 % para Chojampe y 14 % para Mangas Saibas, alcanzando a irrigar 1.962 ha/año y 2.951 ha/año respectivamente, con consumos de agua del 13,83 y 12,42 % del volumen de los embalses. Cabe rescatar que esto se podrá realizar siempre y cuando haya una correcta planificación en la ejecución de obras y sobre todo por la disponibilidad de inversiones y la decisión política para que el proyecto se ejecute. Con las tasas mencionadas se estima que se podrá cubrir las respectivas áreas de riego de los embalses en un tiempo aproximado de 7 años.

5.6. Herramienta Informática

PACALORI WATERCROP es una herramienta informática diseñada para determinar el consumo de agua de los principales cultivos de la zona de estudio en un área determinada, tales como: Frejol, maíz, maní, melón, sandía, soya, cacao, pasto, arroz, posteriormente esta herramienta nos indicará también la frecuencia y calendario de riego.

PACALORI WATERCROP consta de varios elementos (Figura 34).

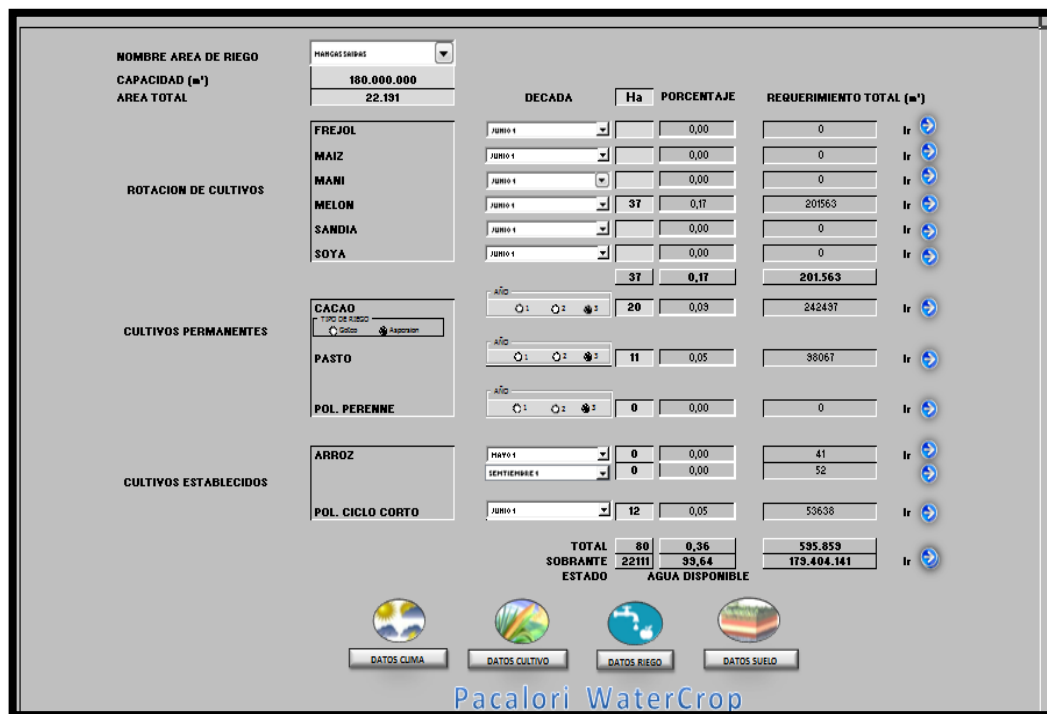
- **Elementos del Clima**

En esta parte se detalla las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio, en este caso las estaciones de Pichilingue, Babahoyo, Pueblo

Viejo y Vinces, se desarrolló también una opción en donde se puede agregar nueva información climática.

Para ingresar a los datos climáticos, en la interfaz principal seleccionamos la opción “DATOS CLIMA”

Figura 34. Interfaz Principal de PACALORI WATERCROP



Elaboración: Los Autores

De esta manera se abre la ventana correspondiente a la información climática, en donde se encuentran detallados los datos de las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente.

En la Figura 35 se puede observar los valores de Evapotranspiración de referencia (Eto), estos valores tienen que ser ingresados de forma manual una vez que se tengan los respectivos cálculos. Para este modelo de simulación se utilizó los datos de evapotranspiración de referencia calculados mediante el método de Penman – Monteith (Promas-Universidad de Cuenca).

Para los valores de precipitación se deberá elegir la estación más cercana al área de riego (1); aquí también se podrá editar o complementar esta información mediante la opción “AGREGAR” (2).

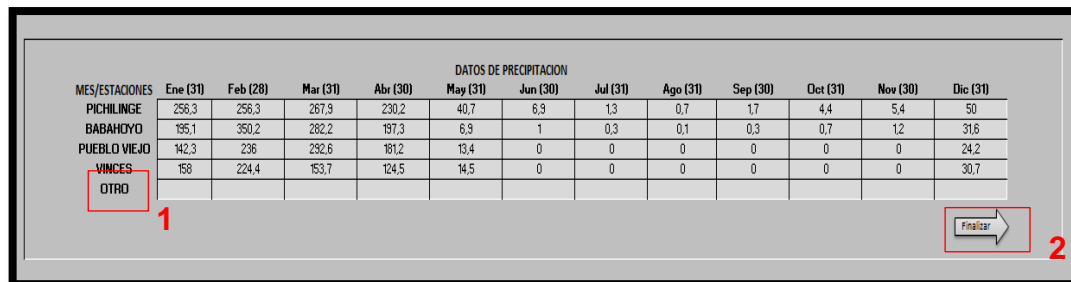
Figura 35. Información Climática



Elaboración: Los Autores

Una vez seleccionada la opción “AGREGAR” nos mostrará la tabla correspondiente a los datos de precipitación de cada estación (Figura 36) y en la cual vamos a ingresar nueva información (1), una vez terminado este proceso seleccionamos “Finalizar” (2).

Figura 36. Datos de Precipitación



Elaboración: Los Autores

- **Datos del Cultivo**

Al igual que la información del clima, en el menú principal seleccionamos la opción “DATOS CULTIVO”



Se abre la ventana, en donde se detalla todos los cultivos principales de las áreas de riego (Figura 37), a su vez tenemos la opción “EDITAR”.

Figura 37. Cultivos principales de las áreas de riego



Elaboración: Los Autores

Al dar clic en “EDITAR”, el programa nos permitirá visualizar y editar los valores correspondientes a los datos de los cultivos, tales como los valores de Kc en cada etapa del cultivo, el ciclo vegetativo por días, profundidad radicular y el factor de agotamiento (Figura 38), una vez que tengamos ingresada la información seleccionamos la opción “FINALIZAR”, y procedemos con los siguientes datos.

Figura 38. Datos de los principales cultivos de las áreas de riego

CULTIVO MAIZ	Inicial	Desarrollo	Mediados de Temporada	Final de Temporada	Total/dias
Kc	0,40	0,80	1,20	0,70	140
Ciclo del cultivo_dias	30	30	40	40	
Profundidad Raices	0,05		0,60		
Factor p	0,61				

FINALIZAR

Elaboración: Los Autores

- **Datos del Suelo**


En el menú principal seleccionamos la opción “DATOS SUELOS”





Posteriormente seleccionada la opción se abrirá una ventana en donde se identifican los parámetros del suelo necesarios para el cálculo de los requerimientos hídricos – Lámina de Riego. Los parámetros se detallan de la siguiente manera: Orden del suelo, Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez (PM), Agua Disponible, Densidad aparente (Da), Textura y velocidad de infiltración (Figura 39), estos valores son trabajados netamente para el área de estudio, en caso de que se requiera trabajar con otro orden de suelo, la información se la puede editar de forma manual.


Figura 39. Datos del Suelo

Orden de suelo	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchitez (%)	Agua disponible (%)	Densidad aparente (gr/cm ³)	Textura	Velocidad de infiltración (mm/h)
MOLLISOL	43,00	25,00	18,00	1,00	FRANCO-ARCILLOSA	8,00
ALFISOL	58,50	27,70	30,80	1,00	FRANCO ARCILLOSO	8,00


 PAGINA PRINCIPAL


 CLIMA


 CULTIVO


 RIEGO

Elaboración: Los Autores

- **Tipo de Riego.**


Los datos de tipo de riego los podemos visualizar haciendo clic en “DATOS RIEGO”, que se encuentra en el menú principal.





Posteriormente se abrirá una ventana en donde se muestra el tipo de riego a emplear y su porcentaje de eficiencia (Figura 40).


Figura 40. Tipo de riego y su eficiencia

Tipo	Eficiencia de aplicacion
Aspersión	0,75
Goteo	0,95


 PAGINA PRINCIPAL


 DATOS CLIMA


 DATOS CULTIVO


 DATOS SUELO

Elaboración: Los Autores



- **Producto Final**

Ingresada y revisada correctamente la información de todos los datos del Programa PACALORI WATERCROP, procedemos a ver los resultados obtenidos de la siguiente manera.

En primer lugar volvemos al menú principal en donde encontramos la capacidad del embalse, los diferentes cultivos a irrigar, la fecha de establecimiento del cultivo, el área o porcentaje del cultivo requerido y por supuesto el total de requerimiento de agua que necesita el cultivo en una determinada área. (Figura 41).

Para empezar se muestra los cultivos de ciclo corto, tales como: Frejol, maíz, maní, melón, sandía y soya, cultivos que están sujetos a rotación.

Figura 41. Capacidad del embalse, cultivos a irrigar, Fecha de siembra, área a cultivar

NOMBRE AREA DE RIEGO	MANGAS SAIBAS	
CAPACIDAD (m³)	180.000.000	
AREA TOTAL	22.191	
CULTIVOS DE CICLO CORTO SUJETOS A ROTACION	FREJOL MAIZ MANI MELON SANDIA SOYA	DECADA MAYO 3 ENERO 1 JUNIO 1 JUNIO 1 JUNIO 1 JUNIO 1 JUNIO 1

Elaboración: Los Autores

En esta parte podemos elegir la fecha en la que vamos a sembrar (Figura 42), está se encuentra expresada por décadas del mes, en la época que empieza la temporada de verano. Cabe mencionar que se tiene décadas de +/- 10 días, de las fechas indicadas en este estudio.

Por ejemplo en el caso del Frejol se tiene de la siguiente manera:

Figura 42. Década de siembra



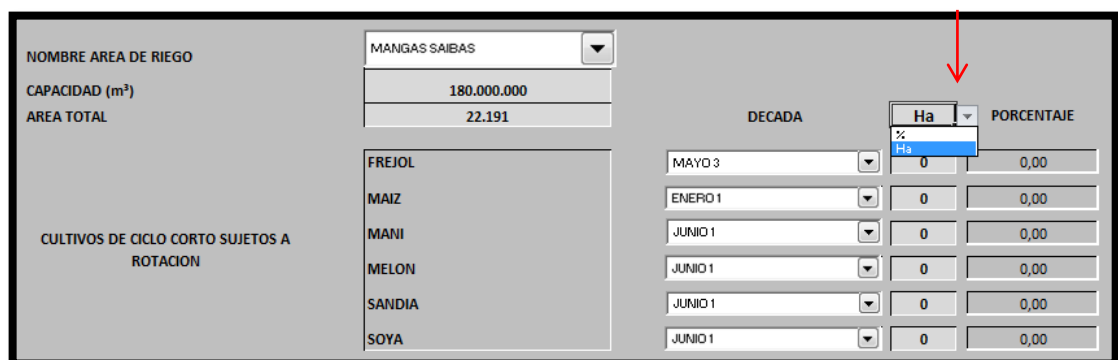
NOMBRE AREA DE RIEGO	MANGAS SAIBAS	DECADA
CAPACIDAD (m ²)	180.000.000	MAYO 3
AREA TOTAL	22.191	JUNIO 1
CULTIVOS DE CICLO CORTO SUJETOS A ROTACION	FREJOL MAIZ MANI MELON SANDIA SOYA	JUNIO 2
		JUNIO 1
		JUNIO 1
		JUNIO 1
		JUNIO 1

Elaboración: Los Autores

En la opción de década se escoge la fecha en la que se va a sembrar, para el cultivo del frejol se tiene de esta forma: la tercera década de mayo, la primera de junio y la segunda de junio, como mencionamos anteriormente estas son épocas donde inicia la temporada de verano. Para ejemplo hemos escogido la tercera década de mayo.

A continuación ingresamos los datos del área que se va a irrigar (hectáreas), o también se puede colocar el porcentaje del total del área de riego (Figura 43).

Figura 43. Áreas en porcentajes y hectáreas



DECADA	Ha	PORCENTAJE
MAYO 3	0	0,00
ENERO 1	0	0,00
JUNIO 1	0	0,00
JUNIO 1	0	0,00
JUNIO 1	0	0,00
JUNIO 1	0	0,00

Elaboración: Los Autores

Luego automáticamente obtenemos el valor de requerimiento de agua que necesita el cultivo en el ciclo y en el área establecida (1).

Figura 44. Requerimiento de agua del cultivo

DECADA	Ha	PORCENTAJE	REQUERIMIENTO TOTAL (m³)	
MAYO 3	5	0,02	14650	Ir → 2
ENERO 1	0	0,00	0	Ir →
JUNIO 1	0	0,00	0	Ir →
JUNIO 1	0	0,00	0	Ir →
JUNIO 1	0	0,00	0	Ir →
JUNIO 1	0	0,00	0	Ir →

Elaboración: Los Autores

Seleccionamos la opción “Ir” (2) y obtenemos las Fechas en la que tenemos que regar, requerimiento de agua por hectárea, el requerimiento total, y el tiempo que se debería emplear el riego (Figura 45).

Figura 45. Especificaciones de Riego de los cultivos

FECHAS DE RIEGO	CULTIVO DE FREJOL REQUERIMIENTO (m³/ha)	REQUERIMIENTO TOTAL	HORAS DE RIEGO
21-may	61,20	306	0,45
24-may	61,20	306	0,45
28-may	61,20	306	0,45
07-jun	131,26	656	1,38
16-jun	281,52	1408	3,31
25-jun	278,11	1391	3,28
08-jul	331,93	1960	4,53
22-jul	612,00	3060	7,39
03-ago	612,00	3060	7,39
16-ago	213,53	1068	2,40
28-ago	222,16	1111	2,46
TOTAL	2926,10	14631	

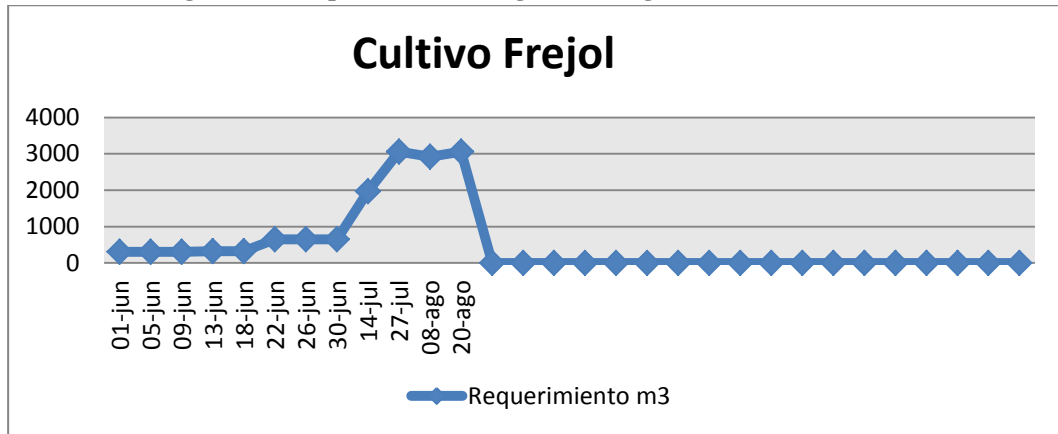
VOLVER →

Elaboración: Los Autores

Finalmente tenemos un gráfico en el cual nos muestra el consumo de agua del cultivo en su respectivo ciclo (Figura 46), en este caso:



Figura 46. Requerimiento de agua a lo largo del ciclo del cultivo



Fuente: Los Autores

Se realiza el mismo procedimiento para todos los cultivos.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Analizado los escenarios sobre la incorporación de tierras, se estimó que a tasas de 0,32; 1,52 y 2,5 se tardará demasiado tiempo en incorporar el total de las áreas de riego, esto debido a que los proyectos de riego mencionados no se han llevado a cabo como se los han propuesto.
- El escenario de la propuesta del proyecto PACALORI permitiría uno de los mejores resultados a la incorporación de tierras, ya que prevé un periodo corto de aproximadamente 7 años para cubrir las áreas de estudio.
- El mayor conflicto que existe en los proyectos de riego, es que no se les da el debido seguimiento en el mantenimiento de los sistemas de riego, no se desarrolla un estudio de impacto ambiental por parte de las entidades encargadas, por el mal asentamiento de la zona urbana en áreas netamente agrícolas, no existe capacitación a los agricultores.
- El programa de capacitación propuesto dentro del proyecto permitirá a los agricultores realizar buenas prácticas de riego, llegándose a evitar desperdicios de agua y deterioro del suelo.
- La irrigación en la zona permitirá duplicar la productividad agrícola, permitiendo de esta manera mejorar los ingresos de los agricultores.
- El proyecto PACALORI contará con un riego tecnificado en el cual se podrá aplicar la lámina respectiva de riego para los cultivos propuestos.
- Mediante el balance hídrico realizado para las coberturas actuales se estima que los embalses Mangas Saibas y Chojampe tendrán gastos del 96% y 80% de su volumen, con lo cual se podrá dotar de agua de riego a toda el área de estudio.



- El volumen de agua de los embalses Mangas Saibas y Chojampe mediante la propuesta de implementación de nuevas áreas en el proyecto PACALORI llegará a utilizar el 89% y 92% del volumen de los embalses de Mangas Saibas y Chojampe respectivamente.
- La herramienta informática nos permitirá tener una mejor toma de decisiones en cuanto al consumo de agua dependiendo de la validez de los datos.
- Mediante el uso de la herramienta informática, el agricultor llevará de mejor manera la irrigación de sus cultivos, ya que esta herramienta está diseñada para dotar de información precisa sobre la cantidad de agua que necesita el cultivo.



6.2. Recomendaciones

- Realizar las respectivas modificaciones en los datos de cultivo para el tamaño de las raíces conforme se realicen investigaciones en campo, ya que la información utilizada es de literatura citada por la FAO.
- Realizar las respectivas modificaciones de datos climáticos conforme se vaya teniendo mayor información, ya que esto permitirá una retroalimentación de la herramienta de simulación obteniendo cada vez valores más precisos.
- Se recomienda que cuando el proyecto PACALORI entre en funcionamiento se dé el debido seguimiento para la recolección de datos, ya que la mayoría de proyectos ejecutados en el Ecuador no tienen información detallada ni existe algún seguimiento en el proceso de avance en la incorporación de tierras al regadío y sobre todo de la capacitación hacia los agricultores.
- En los megaproyectos se debería tener mayor prioridad en la destinación de los recursos económicos y administrativas para que los proyectos puedan ejecutarse en el menor tiempo posible.



CAPÍTULO 6. Bibliografía

- Arias Restrepo, J. H., Rengifo Martínez, T., & Jaramillo Carmona, M. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble. Medellín, Colombia.
- Badilo, M. F., Valdera, F., Bodas, V., Fuentelsaz, F., & Peiteado, C. (2009). *Manula de buenas práctica de riego*. Madrid: Artes Graficas Palermo.
- Berlign, J. D., & Brouwer, C. (2006). Riego y Drenaje. Mexico: Trillas.
- Bruckner, C. M. (2011). *EL RIEGO Y LAS PERCEPCIONES DE EQUIDAD EN EL SISTEMA CARRIZAL- CHONE: REPRESA MULTIPROPÓSITO ESPERANZA, ECUADOR*. Quito.
- Chum Kuffo, A., & Jácome , G. (2006). *La lucha por el agua de las comunidades ribereñas de la cuenca del Río Guayas*. Heidelberg: Fian Internacional.
- CORPOICA. (2000). *El cultivo de la sandia o patilla (Citrullus lanatus) en el Departamento del Meta*. Bogota.
- CORPOICA. (2006). *Soya Alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquia colombiana*. Bogotá: Guadalupe Ltda.
- Coss Bu, R. (2003). *Simulación Un enfoque práctico*. (N. Editores, Ed.) Mexico, D.F.: LIMUSA.
- de Santa Olalla Mañas, M., López Fuster, P., & Calera Belmonte, A. (2005). *Agua y Agronomía*. Madrid: Mundi Prensa.
- Enríquez, G. A. (1985). *Curso sobre el cultivo del cacao*. Turrialba, Costa Rica: CIDIA.



- FAO. (1995). *El cultivo de la soja en los tropicos mejoramiento y producción*. Roma: EMBRACA-CNPSO.
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Roma.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma.
- FAO. (2009). *Gía para la descripción de suelos* (Cuarta Edición ed.). (R. Vargas Rojas, Trad.) Roma, Italia.
- FAO. (2012). *Día Mundial del Agua. El Agua y la Seguridad Alimentaria*.
- FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua*. Roma: Italian Development Cooperation.
- FECYT. (2004). *Meteorología y Climatología*. Global Diseña.
- Herrera Barbosa, J. A. (10 de Noviembre de 2008). *Monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos65/propiedades-suelo/propiedades-suelo2.shtml>
- Heuveldop, J., Pardo Tasies, J., Quirós Conejo, S., & Espinoza Prieto, L. (1986). *Agroclimatología Tropical*. EUNED.
- INIAP. (2007). *Manual del cultivo del arroz* (Segunda ed.). Guayaquil.
- Leitón Soubannier, J. (1985). *Riego y drenaje*. Costa Rica: Editorial EUNED.
- Millar, A. (1993). *MANEJO DE AGUA Y PRODUCCION AGRICOLA*. Santiago de Chile: Composición del propio Autor.
- Monge Villalobos, L. A. (1994). *Cultivo del Maní* (Segunda ed.). San José, Costa Rica: EUNED.



- Moya Talens, J. (2009). *RIEGO LOCALIZADO Y FERTIRRIGACION* (Cuarta ed.). Madrid, España: Grupo Mundi Prensa.
- Navarro, G. (2003). *Química Agrícola* (Segunda ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Palomino Velasquez, K. (2009). Riego por Aspersión. Macro, S.A.C: Lima.
- Palomino Velasquez, K. (2009). Riego por Bombeo y Drenaje. Lima: Macro, S.A.C.
- Palomino Velasquez, K. (2009). Riego por Goteo. Lima: Macro, S.A.C.
- Promas - Universidad de Cuenca. (2013). *Prefactibilidad - PACALORI*. Cuenca.
- Promas-Universidad de Cuenca. (2014). *Factibilidad - PACALORI*. Cuenca.
- Reche Mármol, J. (2008). *Cultivo del Melón en invernadero*. Sevilla: Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Rincon Sepulveda, O., & Ruiz Camacho, R. (2000). *Cultivo de Maíz y Fríjol*. Bogota: TOA.
- Sánchez Santana, N. (2001). El cultivo del fríjol caupi: producción, almacenamiento y utilización. Tolima: PRONATTA. Obtenido de http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718102532_El%20cultivo%20de%20frijol%20caupi.pdf
- Shaxson, F., & Barber , R. (2005). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal*. Roma.
- Tarjuelo, J. (2001). *EL RIEGO POR ASPERSION Y SU TECNOLOGIA*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa .



Valverde, J. C. (2007). *Riego y Drenaje* (Primera ed.). San José, Costa Rica: EUNED.

Wiley, J., & Sons. (2003). *Principios y aplicaciones de riego*. New York: EDITORIAL REVERTÉ, S.A.



ANEXOS



Anexo 1. Estaciones con Información Meteorológica

Nombre de la Estación	COORDENADAS UTM		COTA (m.s.n.m.)
	X	Y	
PICHILINGUE	671.167	9.878.373	120
BABAHOYO-UTB	663.141	9.801.318	7
PUEBLO VIEJO	662.237	9.832.154	19
VINCES INAMHI	639.054	9.828.729	14

Anexo 2. Localización de los sitios de muestreo

Código de la muestra	COORDENADAS UTM		TIPO DE SUELO
	X	Y	
PAC-PB-003-001	658321,00	9838034,00	ALFISOL
PAC-BAB-004-001	652831,00	9837535,00	ALFISOL
PAC-VIN-006-001	649861,00	9842629,00	ALFISOL
PAC-VIN-015-001	651120,00	9845540,00	ALFISOL
PAC-BAB-003-001	654730,00	9834806,00	ALFISOL
PAC-PAL-025-001	639969,00	9853225,00	INCEPTISOL
PAC-PAL-016-001	634945,00	9850483,00	MOLLISOL
PAC-PAL-015-001	635245,00	9849527,00	MOLLISOL
PAC-PAL-018-001	632782,00	9848328,00	MOLLISOL
PAC-PAL-022-001	641222,00	9851510,00	MOLLISOL
PAC-PAL-024-001	639590,00	9853966,00	MOLLISOL
PAC-PAL-028-001	639003,00	9850148,00	INCEPTISOL
PAC-PAL-029-001	637218,00	9849463,00	MOLLISOL
PAC-PAL-041-001	645888,00	9858909,00	MOLLISOL
PAC-PAL-044-001	641871,00	9853442,00	MOLLISOL
PAC-MOC-030-001	656679,56	9873930,89	MOLLISOL
PAC-MOC-031-001	658998,82	9871770,01	MOLLISOL
Pozo 11	661193,34	9868197,17	ALFISOL
Pozo 7	640373,34	9847428,28	INCEPTISOL
Pozo 13	663114,43	9869562,06	MOLLISOL
Pozo 12	662916,07	9869616,39	MOLLISOL
Pozo 14	663070,23	9869528,46	INCEPTISOL
Muestra 18	662694,26	9869781,15	MOLLISOL



Anexo 3. Evapotranspiración de los cultivos en rotación, arroz, policultivo ciclo corto

AÑO	Mes	Década	EVAPOTRASPIRACION DE CULTIVO (Etc)							
			Maíz-Frejol	Maíz-Maní	Maíz-Melón	Maíz-Sandia	Maíz-Soya	Maíz-Maíz	Arroz	Pol. ciclo corto
AÑO INICIO	Dic.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	0	0
AÑO 1	Ene.	1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	3,67	1,57
		2	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,79	1,55
		3	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	2,73	3,75	1,54
	Feb.	1	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	3,73	2,17
		2	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09	2,18
		3	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15	2,22
	Mar.	1	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,37
		2	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	4,43	3,4
		3	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	3,29	3,36
	Abr.	1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0	3,16
		2	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	0	2,28
		3	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	0	2,26
	May.	1	0	0	0	0	0	0	3,52	2,28
		2	0	0	0	0	0	0	3,67	0
		3	0	0	0	0	0	0	3,66	0
	Jun.	1	1,17	1,5	1,5	1,33	1,17	1,33	3,66	1,5
		2	1,16	1,49	1,49	1,32	1,16	1,32	3,97	1,49
		3	2,29	1,47	1,47	2,45	2,45	2,61	3,92	1,47
	Jul.	1	2,16	2,32	2,32	2,32	2,32	2,47	3,71	1,98
		2	2,18	2,34	2,34	2,34	3,43	2,49	3,74	1,99
		3	3,38	2,41	2,41	3,22	3,54	3,86	2,89	2,06
	Ago.	1	3,7	4,05	3,52	3,52	3,87	4,22	0	3,24
		2	3,87	4,24	3,69	3,69	4,05	4,42	0	3,39
		3	1,34	4,41	3,83	2,88	2,3	4,6	0	3,53
	Sep.	1	1,41	4,64	4,04	3,03	2,42	2,83	4,24	3,72
		2	0	2,87	4,1	3,08	0	2,87	4,51	2,79
		3	0	2,87	3,07	0	0	2,87	4,51	2,79
	Oct.	1	0	2,73	2,93	0	0	2,73	4,29	2,65
		2	0	0	2,89	0	0	0	4,62	0



		3	0	0	0	0	0	0	4,59	0
	Nov.	1	0	0	0	0	0	0	4,65	0
		2	0	0	0	0	0	0	4,63	0
		3	0	0	0	0	0	0	3,43	0



Anexo 4. Evapotranspiración de los cultivos por año

Mes	Década	EVAPOTRASPIRACION DE CULTIVO (Etc)								
		AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3		
		Cacao	Pasto	Policultivo perenne	Cacao	Pasto	Policultivo perenne	Cacao	Pasto	Policultivo perenne
Ene.	1	1,75	3,32	2,31	3,67	3,84	3,84	3,67	3,84	3,84
	2	1,72	3,27	2,27	3,62	3,79	3,79	3,62	3,79	3,79
	3	1,71	3,24	2,25	3,58	3,75	3,75	3,58	3,75	3,75
Feb.	1	1,69	3,22	2,24	3,56	3,73	3,73	3,56	3,73	3,73
	2	1,7	3,24	2,25	3,58	3,75	3,75	3,58	3,75	3,75
	3	1,73	3,29	2,28	3,63	3,81	3,81	3,63	3,81	3,81
Mar.	1	1,83	3,48	2,42	3,85	4,03	4,03	3,85	4,03	4,03
	2	1,85	3,51	2,44	3,87	4,06	4,06	3,87	4,06	4,06
	3	1,83	3,47	2,41	3,83	4,02	4,02	3,83	4,02	4,02
Abr.	1	2,74	3,26	2,26	3,6	3,77	3,77	3,6	3,77	3,77
	2	2,69	3,19	2,22	3,53	3,7	3,7	3,53	3,7	3,7
	3	2,66	3,15	2,19	3,49	3,65	3,65	3,49	3,65	3,65
May.	1	2,68	3,18	2,21	3,52	3,69	3,69	3,52	3,69	3,69
	2	2,67	3,17	2,2	3,51	3,67	3,67	3,51	3,67	3,67
	3	2,66	3,16	2,2	3,49	3,66	3,66	3,49	3,66	3,66
Jun.	1	2,66	3,16	2,2	3,5	3,66	3,66	3,5	3,66	3,66
	2	2,64	3,14	2,18	3,47	3,63	3,63	3,47	3,63	3,63
	3	2,61	3,1	2,15	3,43	3,59	3,59	3,43	3,59	3,59



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Jul.	1	2,47	2,94	2,78	3,24	3,4	3,4	3,24	3,4	3,4
	2	2,49	2,96	2,8	3,27	3,43	3,43	3,27	3,43	3,43
	3	2,57	3,06	2,89	3,38	3,54	3,54	3,38	3,54	3,54
Ago.	1	2,82	3,34	3,17	3,7	3,87	3,87	3,7	3,87	3,87
	2	2,95	3,5	3,32	3,87	4,05	4,05	3,87	4,05	4,05
	3	3,07	3,64	3,45	4,03	4,22	4,22	4,03	4,22	4,22
Sep.	1	3,23	3,84	3,63	4,24	4,44	4,44	4,24	4,44	4,44
	2	3,28	3,9	3,69	4,31	4,51	4,51	4,31	4,51	4,51
	3	3,28	3,89	3,69	4,3	4,51	4,51	4,3	4,51	4,51
Oct.	1	4,1	3,71	3,51	4,1	4,29	4,29	4,1	4,29	4,29
	2	4,04	3,66	3,47	4,04	4,24	4,24	4,04	4,24	4,24
	3	4,02	3,63	3,44	4,02	4,21	4,21	4,02	4,21	4,21
Nov.	1	4,07	3,68	3,49	4,07	4,27	4,27	4,07	4,27	4,27
	2	4,05	3,66	3,47	4,05	4,24	4,24	4,05	4,24	4,24
	3	4,01	3,62	3,43	4,01	4,2	4,2	4,01	4,2	4,2
Dic.	1	3,92	3,55	3,36	3,92	4,11	4,11	3,92	4,11	4,11
	2	3,86	3,49	3,3	3,86	4,04	4,04	3,86	4,04	4,04
	3	3,78	3,42	3,24	3,78	3,96	3,96	3,78	3,96	3,96



Anexo 5. Necesidad de agua de los cultivos en rotación, arroz, policultivo ciclo corto.

AÑO	Mes	Década	NECESIDAD mm/dd							
			Maíz-Frejol	Maíz-Maní	Maíz-Melón	Maíz-Sandía	Maíz-Soya	Maíz-Maíz	Arroz	Pol. Ciclo corto
AÑO INICIO	Dic.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0
AÑO 1	Ene.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Feb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mar.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Abr.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0
	May.	1	0	0	0	0	0	0	2,14	0,9
		2	0	0	0	0	0	0	3,18	0
		3	0	0	0	0	0	0	3,66	0
	Jun.	1	0,99	1,32	1,32	1,16	0,99	1,16	3,49	1,32
		2	1,11	1,44	1,44	1,27	1,11	1,27	3,92	1,44
		3	2,29	1,47	1,47	2,45	2,45	2,61	3,92	1,47
	Jul.	1	2,14	2,29	2,29	2,29	2,29	2,45	3,68	1,95
		2	2,17	2,32	2,32	2,32	3,41	2,48	3,73	1,98
		3	3,37	2,41	2,41	3,21	3,53	3,86	2,89	2,05
	Ago.	1	3,69	4,04	3,51	3,51	3,87	4,22	0	3,23
		2	3,86	4,23	3,68	3,68	4,05	4,42	0	3,38
		3	1,33	4,4	3,83	2,87	2,29	4,59	0	3,52
	Sep.	1	1,4	4,63	4,03	3,02	2,41	2,82	4,23	3,7
		2	0	2,86	4,09	3,06	0	2,86	4,5	2,77
		3	0	2,85	3,05	0	0	2,85	4,49	2,76



	Oct.	1	0	2,69	2,89	0	0	2,69	4,26	2,62
		2	0	0	2,85	0	0	0	4,58	0
		3	0	0	0	0	0	0	4,54	0
	Nov.	1	0	0	0	0	0	0	4,65	0
		2	0	0	0	0	0	0	4,61	0
		3	0	0	0	0	0	0	3,19	0



Anexo 6. Necesidad de agua de los cultivos por año

Mes	Década	NECESIDAD mm/dd								
		AÑO 1			AÑO 2			AÑO 3		
		Cacao	Pasto	Policultivo perenne	Cacao	Pasto	Policultivo perenne	Cacao	Pasto	Policultivo perenne
Ene.	1	0	0	0	0	0,18	0,18	0	0,18	0,18
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Feb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0,12	0,12	0	0,12	0,12
May.	1	1,3	1,81	0,83	2,14	2,31	2,31	2,14	2,31	2,31
	2	2,18	2,68	1,71	3,01	3,18	3,18	3,01	3,18	3,18
	3	2,66	3,16	2,2	3,49	3,66	3,66	3,49	3,66	3,66
Jun	1	2,49	2,99	2,02	3,32	3,49	3,49	3,32	3,49	3,49



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	2	2,6	3,09	2,13	3,42	3,59	3,59	3,42	3,59	3,59
	3	2,61	3,1	2,15	3,43	3,59	3,59	3,43	3,59	3,59
Jul.	1	2,45	2,91	2,76	3,22	3,37	3,37	3,22	3,37	3,37
	2	2,48	2,95	2,79	3,26	3,41	3,41	3,26	3,41	3,41
	3	2,57	3,05	2,89	3,37	3,53	3,53	3,37	3,53	3,53
Ago.	1	2,81	3,34	3,16	3,69	3,87	3,87	3,69	3,87	3,87
	2	2,94	3,49	3,31	3,86	4,05	4,05	3,86	4,05	4,05
	3	3,06	3,63	3,44	4,02	4,21	4,21	4,02	4,21	4,21
Sep.	1	3,22	3,83	3,62	4,23	4,43	4,43	4,23	4,43	4,43
	2	3,27	3,88	3,68	4,29	4,5	4,5	4,29	4,5	4,5
	3	3,26	3,87	3,67	4,28	4,49	4,49	4,28	4,49	4,49
Oct.	1	4,06	3,67	3,48	4,06	4,26	4,26	4,06	4,26	4,26
	2	4	3,62	3,42	4	4,19	4,19	4	4,19	4,19
	3	3,97	3,59	3,39	3,97	4,16	4,16	3,97	4,16	4,16
Nov.	1	4,07	3,68	3,49	4,07	4,27	4,27	4,07	4,27	4,27
	2	4,03	3,65	3,45	4,03	4,23	4,23	4,03	4,23	4,23
	3	3,76	3,38	3,19	3,76	3,95	3,95	3,76	3,95	3,95
Dic.	1	3,53	3,15	2,97	3,53	3,71	3,71	3,53	3,71	3,71
	2	2,87	2,5	2,31	2,87	3,05	3,05	2,87	3,05	3,05
	3	1,94	1,58	1,4	1,94	2,12	2,12	1,94	2,12	2,12



Anexo 7. Lámina de riego para el cultivo de Maíz en época de invierno.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		MAIZ INVIERNO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Dic.	1	0	0	0	0	NA	0	0
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	5,49	7,32			NA	0	0:00
Ene.	1	17,57	23,42	0	0	NA	0	0:00
	2	29,65	39,53			NA	0	0:00
	3	41,72	55,63			NA	0	0:00
Feb.	1	53,8	71,74	0	0	NA	0	0:00
	2	65,88	87,84			NA	0	0:00
	3	65,88	87,84			NA	0	0:00
Mar.	1	65,88	87,84	0	0	NA	0	0:00
	2	65,88	87,84			NA	0	0:00
	3	65,88	87,84			NA	0	0:00
Abr.	1	65,88	87,84	0	0	NA	0	0:00
	2	65,88	87,84			NA	0	0:00
	3	65,88	87,84			NA	0	0:00

Anexo 8. Lámina de riego para el cultivo de Frejol.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		FREJOL						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun.	1	4,59	6,12	4,63	5	4,63	6,12	0:45
	2	12,85	17,14			11,6	6,85	0:51
	3	21,11	28,15			9,24	14,12	1:45
Jul.	1	29,38	39,17	13,61	14	13,74	38,8	4:51
	2	37,64	50,18			17,36	39,34	4:55
	3	45,9	61,2			13,61	61,2	7:39
Ago.	1	45,9	61,2	11,88	12	12,44	58,46	7:18
	2	45,9	61,2			11,88	61,2	7:39
	3	45,9	61,2			34,4	21,14	2:38



Sep.	1	45,9	61,2	32,72	0	32,72	0	0:00
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00

Anexo 9. Lámina de riego para el cultivo de Maní.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		MANÍ						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun.	1	4,68	6,24	3,54	4	3,54	6,24	0:46
	2	10,11	13,48			7,03	6,78	0:50
	3	15,54	20,72			10,58	6,92	0:51
Jul.	1	20,97	27,96	9,14	9	9,14	27,96	3:29
	2	26,4	35,19			11,36	28,33	3:32
	3	31,82	42,43			13,22	29,36	3:40
Ago.	1	37,25	49,67	8,51	9	9,22	45,85	5:43
	2	37,44	49,92			8,85	47,99	5:59
	3	37,44	49,92			8,51	49,92	6:14
Sep.	1	37,44	49,92	8,08	8	8,08	49,92	6:14
	2	37,44	49,92			13,11	30,77	3:50
	3	37,44	49,92			13,16	30,66	3:49
Oct.	1	37,44	49,92	13,89	14	13,89	49,92	6:14
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00

Anexo 10. Lámina de riego para el cultivo de Melón.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		MELÓN						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun.	1	4,14	5,52	3,13	3	3,13	5,52	0:41
	2	8,94	11,92			6,22	6	0:45
	3	13,74	18,33			9,36	6,13	0:45
Jul.	1	18,55	24,73	8,09	8	8,09	24,73	3:05
	2	23,35	31,13			10,05	25,06	3:07



	3	28,15	37,54			11,69	25,97	3:14
Ago.	1	32,95	43,94	8,66	9	9,38	40,56	5:04
	2	33,12	44,16			9	42,46	5:18
	3	33,12	44,16			8,66	44,16	5:31
Sep.	1	33,12	44,16	8,1	8	8,22	43,52	5:26
	2	33,12	44,16			8,1	44,16	5:31
	3	33,12	44,16			10,86	32,96	4:07
Oct.	1	33,12	44,16	11,46	11	11,46	44,16	5:31
	2	33,12	44,16			11,64	43,48	5:26
	3	0	0			NA	0	0:00

Anexo 11. Lamina de riego para el cultivo de la Sandía.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		SANDIA						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun.	1	4,14	5,52	3,58	4	3,58	5,52	0:41
	2	9,94	13,25			7,8	6,07	0:45
	3	15,73	20,98			6,43	11,68	1:27
Jul.	1	21,53	28,7	9,39	9	9,39	28,7	3:35
	2	27,32	36,43			11,76	29,09	3:38
	3	33,12	44,16			10,31	40,21	5:01
Ago.	1	33,12	44,16	9	9	9,42	42,18	5:16
	2	33,12	44,16			9	44,16	5:31
	3	33,12	44,16			11,55	34,42	4:18
Sep.	1	33,12	44,16	10,82	11	10,97	43,54	5:26
	2	33,12	44,16			10,82	44,16	5:31
	3	0	0			NA	0	0:00

Anexo 12. Lámina de riego para el cultivo de Soya.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		SOYA						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun	1	5,04	6,72	5,09	5	5,09	6,72	0:50



	2	16,43	21,91			14,82	7,52	0:56
	3	27,82	37,09			11,36	16,61	2:04
Jul.	1	39,21	52,28	14,26	14	17,1	43,61	5:27
	2	50,4	67,2			14,76	64,92	8:06
	3	50,4	67,2			14,26	67,2	8:24
Ago.	1	50,4	67,2	12,45	12	13,04	64,19	8:01
	2	50,4	67,2			12,45	67,2	8:24
	3	50,4	67,2			21,98	38,07	4:45
Sep.	1	50,4	67,2	20,89	21	20,89	67,2	8:24
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00

Anexo 13. Lámina de riego para el cultivo de maíz en época de verano

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		MAÍZ VERANO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Jun.	1	5,49	7,32	4,74	5	4,74	7,32	0:54
	2	17,57	23,42			13,79	8,06	1:00
	3	29,65	39,53			11,35	16,52	2:03
Jul.	1	41,72	55,63	17,05	17	17,05	55,63	6:57
	2	53,8	71,74			21,7	56,36	7:02
	3	65,88	87,84			17,09	87,63	10:57
Ago.	1	65,88	87,84	14,34	14	15,62	80,67	10:05
	2	65,88	87,84			14,92	84,45	10:33
	3	65,88	87,84			14,34	87,84	10:58
Sep.	1	65,88	87,84	23,07	23	23,39	86,61	10:49
	2	65,88	87,84			23,07	87,84	10:58
	3	65,88	87,84			23,15	87,53	10:56
Oct.	1	65,88	87,84	24,45	24	24,45	87,84	10:58
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00



Anexo 14. Lámina de riego para el cultivo de Arroz.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		ARROZ						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	12,32	16,43	6724	0	6724	0	0:00
	2	15,4	20,53			NA	0	0:00
	3	18,48	24,64			NA	0	0:00
Feb.	1	21,56	28,75	0	0	NA	0	0:00
	2	24,64	32,85			NA	0	0:00
	3	24,64	32,85			NA	0	0:00
Mar.	1	24,64	32,85	0	0	NA	0	0:00
	2	24,64	32,85			NA	0	0:00
	3	24,64	32,85			NA	0	0:00
May.	1	12,32	16,43	4,84	5	5,75	13,82	1:43
	2	15,4	20,53			4,84	20,53	2:34
	3	18,48	24,64			5,05	23,63	2:57
Jun.	1	21,56	28,75	6,18	6	6,18	28,75	3:35
	2	24,64	32,85			6,29	32,27	4:02
	3	24,64	32,85			6,29	32,28	4:02
Jul.	1	24,64	32,85	6,61	7	6,69	32,48	4:03
	2	24,64	32,85			6,61	32,85	4:06
	3	24,64	32,85			8,52	25,49	3:11
Sep.	1	12,32	16,43	2,91	3	2,91	16,43	2:03
	2	15,4	20,53			3,42	17,47	2:11
	3	18,48	24,64			4,12	17,42	2:10
Oct.	1	21,56	28,75	5,07	5	5,07	28,75	3:35
	2	24,64	32,85			5,38	30,93	3:51
	3	24,64	32,85			5,43	30,68	3:50
Nov.	1	24,64	32,85	5,29	5	5,29	32,85	4:06
	2	24,64	32,85			5,34	32,55	4:04
	3	24,64	32,85			7,72	22,52	2:48



Anexo 15. Lámina de riego para el Policultivo ciclo corto.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		POLICULTIVO CICLO CORTO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	5,04	6,72	0	0	NA	0	0:00
	2	12,6	16,8			NA	0	0:00
	3	20,16	26,88			NA	0	0:00
Feb.	1	27,72	36,96	0	0	NA	0	0:00
	2	35,28	47,04			NA	0	0:00
	3	42,84	57,12			NA	0	0:00
Mar.	1	50,4	67,2	0	0	NA	0	0:00
	2	50,4	67,2			NA	0	0:00
	3	50,4	67,2			NA	0	0:00
Abr.	1	50,4	67,2	0	0	NA	0	0:00
	2	50,4	67,2			NA	0	0:00
	3	50,4	67,2			NA	0	0:00
May.	1	50,4	67,2	55,94	0	55,94	0	0:00
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00
Jun.	1	5,04	6,72	3,81	4	3,81	6,72	0:50
	2	12,6	16,8			8,76	7,3	0:54
	3	20,16	26,88			13,72	7,46	0:55
Jul.	1	27,72	36,96	14,19	14	14,19	36,96	4:37
	2	35,28	47,04			17,81	37,49	4:41
	3	42,84	57,12			20,85	38,87	4:51
Ago.	1	50,4	67,2	14,32	14	15,59	61,72	7:42
	2	50,4	67,2			14,89	64,61	8:04
	3	50,4	67,2			14,32	67,2	8:24
Sep.	1	50,4	67,2	13,6	14	13,6	67,2	8:24
	2	50,4	67,2			18,17	50,32	6:17
	3	50,4	67,2			18,23	50,14	6:16
Oct.	1	50,4	67,2	19,26	19	19,26	67,2	8:24
	2	0	0			NA	0	0:00
	3	0	0			NA	0	0:00



Anexo 16. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el primer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO ASPERSION PRIMER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	19,44	25,92	0	0	NA	0	0:00
	2	20,09	26,78			NA	0	0:00
	3	20,74	27,65			NA	0	0:00
Feb.	1	21,38	28,51	0	0	NA	0	0:00
	2	22,03	29,38			NA	0	0:00
	3	22,68	30,24			NA	0	0:00
Mar.	1	23,33	31,1	0	0	NA	0	0:00
	2	23,98	31,97			NA	0	0:00
	3	24,62	32,83			NA	0	0:00
Abr.	1	25,27	33,7	0	0	NA	0	0:00
	2	25,92	34,56			NA	0	0:00
	3	26,57	35,42			NA	0	0:00
May.	1	27,22	36,29	10,71	11	20,89	18,61	2:19
	2	27,86	37,15			12,79	31,1	3:53
	3	28,51	38,02			10,71	38,02	4:45
Jun.	1	29,16	38,88	11,49	11	11,71	38,13	4:45
	2	29,81	39,74			11,49	39,74	4:58
	3	30,46	40,61			11,66	39,99	4:59
Jul.	1	31,1	41,47	12,61	13	12,71	41,16	5:08
	2	31,75	42,34			12,81	41,7	5:12
	3	32,4	43,2			12,61	43,2	5:24
Ago.	1	33,05	44,06	11,22	11	11,76	42,06	5:15
	2	33,7	44,93			11,45	44,03	5:30
	3	34,34	45,79			11,22	45,79	5:43
Sep.	1	34,99	46,66	10,87	11	10,87	46,66	5:49
	2	35,64	47,52			10,91	47,33	5:54
	3	36,29	48,38			11,15	47,17	5:53
Oct.	1	36,94	49,25	9,1	9	9,1	49,25	6:09
	2	37,58	50,11			9,39	48,53	6:03
	3	38,23	50,98			9,64	48,12	6:00
No v.	1	38,88	51,84	9,55	10	9,55	51,84	6:28



	2	39,53	52,7			9,8	51,34	6:25
	3	40,18	53,57			10,68	47,89	5:59
Dic.	1	40,82	54,43	11,57	12	11,57	54,43	6:48
	2	41,47	55,3			14,48	44,22	5:31
	3	42,12	56,16			21,66	30,01	3:45

Anexo 17. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el segundo año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO ASPERSION SEGUNDO AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	42,77	57,02	23342	0	23342	0	0:00
	2	43,42	57,89			NA	0	0:00
	3	44,06	58,75			NA	0	0:00
Feb.	1	44,71	59,62	0	0	NA	0	0:00
	2	45,36	60,48			NA	0	0:00
	3	46,01	61,34			NA	0	0:00
Mar.	1	46,66	62,21	0	0	NA	0	0:00
	2	47,3	63,07			NA	0	0:00
	3	47,95	63,94			NA	0	0:00
Abr.	1	48,6	64,8	0	0	NA	0	0:00
	2	49,25	65,66			NA	0	0:00
	3	49,9	66,53			NA	0	0:00
May.	1	50,54	67,39	14,83	15	23,61	42,35	5:17
	2	51,19	68,26			16,99	59,61	7:27
	3	51,84	69,12			14,83	69,12	8:38
Jun.	1	52,49	69,98	15,53	16	15,8	68,8	8:36
	2	53,14	70,85			15,53	70,85	8:51
	3	53,78	71,71			15,69	70,98	8:52
Jul.	1	54,43	72,58	16,52	17	16,9	70,93	8:52
	2	55,08	73,44			16,91	71,78	8:58
	3	55,73	74,3			16,52	74,3	9:17
Ago.	1	56,38	75,17	14,35	14	15,28	70,62	8:49
	2	57,02	76,03			14,76	73,93	9:14
	3	57,67	76,9			14,35	76,9	9:36
Sep.	1	58,32	77,76	13,74	14	13,79	77,48	9:41
	2	58,97	78,62			13,74	78,62	9:49



	3	59,62	79,49			13,93	78,41	9:48
Oct.	1	60,26	80,35	14,84	15	14,84	80,35	10:02
	2	60,91	81,22			15,22	79,17	9:53
	3	61,56	82,08			15,51	78,52	9:48
Nov.	1	62,21	82,94	15,28	15	15,28	82,94	10:22
	2	62,86	83,81			15,58	82,15	10:16
	3	63,5	84,67			16,88	76,62	9:34
Dic.	1	64,15	85,54	18,19	18	18,19	85,54	10:41
	2	64,8	86,4			22,62	69,48	8:41
	3	64,8	86,4			33,32	47,16	5:53

Anexo 18. Lámina de riego para el cultivo de Cacao aspersión en el tercer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO ASPERSION TERCER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	64,8	86,4	35366	0	35366	0	0:00
	2	64,8	86,4			NA	0	0:00
	3	64,8	86,4			NA	0	0:00
Feb.	1	64,8	86,4	0	0	NA	0	0:00
	2	64,8	86,4			NA	0	0:00
	3	64,8	86,4			NA	0	0:00
Mar.	1	64,8	86,4	0	0	NA	0	0:00
	2	64,8	86,4			NA	0	0:00
	3	64,8	86,4			NA	0	0:00
Abr.	1	64,8	86,4	0	0	NA	0	0:00
	2	64,8	86,4			NA	0	0:00
	3	64,8	86,4			NA	0	0:00
May.	1	64,8	86,4	18,54	19	30,27	52,93	6:37
	2	64,8	86,4			21,5	74,51	9:18
	3	64,8	86,4			18,54	86,4	10:48
Jun.	1	64,8	86,4	18,9	19	19,5	83,75	10:28
	2	64,8	86,4			18,94	86,24	10:46
	3	64,8	86,4			18,9	86,4	10:48
Jul.	1	64,8	86,4	19,21	19	20,12	82,48	10:18
	2	64,8	86,4			19,89	83,46	10:25
	3	64,8	86,4			19,21	86,4	10:48



Ago.	1	64,8	86,4	16,13	16	17,56	79,35	9:55
	2	64,8	86,4			16,77	83,07	10:23
	3	64,8	86,4			16,13	86,4	10:48
Sep.	1	64,8	86,4	15,1	15	15,32	85,14	10:38
	2	64,8	86,4			15,1	86,4	10:48
	3	64,8	86,4			15,14	86,16	10:46
Oct.	1	64,8	86,4	15,96	16	15,96	86,4	10:48
	2	64,8	86,4			16,2	85,13	10:38
	3	64,8	86,4			16,33	84,43	10:33
Nov.	1	64,8	86,4	15,91	16	15,91	86,4	10:48
	2	64,8	86,4			16,07	85,57	10:41
	3	64,8	86,4			17,22	79,82	9:58
Dic.	1	64,8	86,4	18,37	18	18,37	86,4	10:48
	2	64,8	86,4			22,62	70,18	8:46
	3	64,8	86,4			33,32	47,64	5:57

Anexo 19. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el primer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO GOTEO PRIMER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	19,44	25,92	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	20,09	21,15			NA	0,00	0:00
	3	20,74	21,83			NA	0,00	0:00
Feb.	1	21,38	22,51	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	22,03	23,19			NA	0,00	0:00
	3	22,68	23,87			NA	0,00	0:00
Mar.	1	23,33	24,56	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	23,98	25,24			NA	0,00	0:00
	3	24,62	25,92			NA	0,00	0:00
Abr.	1	25,27	26,60	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	25,92	27,28			NA	0,00	0:00
	3	26,57	27,97			NA	0,00	0:00
May.	1	27,22	28,65	10,71	11	20,89	14,69	1:50
	2	27,86	29,33			12,79	24,56	3:04
	3	28,51	30,01			10,71	30,01	3:45
Jun	1	29,16	30,69	11,49	11	11,71	30,10	3:45



	2	29,81	31,38			11,49	31,38	3:55
	3	30,46	32,06			11,66	31,57	3:56
Jul.	1	31,10	32,74	12,61	13	12,71	32,50	4:03
	2	31,75	33,42			12,81	32,92	4:06
	3	32,40	34,11			12,61	34,11	4:15
Ago.	1	33,05	34,79	11,22	11	11,76	33,20	4:09
	2	33,70	35,47			11,45	34,76	4:20
	3	34,34	36,15			11,22	36,15	4:31
Sep.	1	34,99	36,83	10,87	11	10,87	36,83	4:36
	2	35,64	37,52			10,91	37,36	4:40
	3	36,29	38,20			11,15	37,24	4:39
Oct.	1	36,94	38,88	9,10	9	9,10	38,88	4:51
	2	37,58	39,56			9,39	38,31	4:47
	3	38,23	40,24			9,64	37,99	4:44
Nov.	1	38,88	40,93	9,55	10	9,55	40,93	5:06
	2	39,53	41,61			9,80	40,53	5:04
	3	40,18	42,29			10,68	37,81	4:43
Dic.	1	40,82	42,97	11,57	12	11,57	42,97	5:22
	2	41,47	43,65			14,48	34,91	4:21
	3	42,12	44,34			21,66	23,69	2:57

Anexo 20. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el segundo año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO GOTEIO SEGUNDO AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	42,77	45,02	23341	0	23341	0,00	0:00
	2	43,42	45,70			NA	0,00	0:00
	3	44,06	46,38			NA	0,00	0:00
Feb.	1	44,71	47,07	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	45,36	47,75			NA	0,00	0:00
	3	46,01	48,43			NA	0,00	0:00
Mar.	1	46,66	49,11	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	47,30	49,79			NA	0,00	0:00
	3	47,95	50,48			NA	0,00	0:00
Abr.	1	48,60	51,16	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	49,25	51,84			NA	0,00	0:00



May.	3	49,90	52,52	14,83	15	NA	0,00	0:00
	1	50,54	53,20			23,61	33,43	4:10
	2	51,19	53,89			16,99	47,06	5:52
Jun.	3	51,84	54,57	15,53	16	14,83	54,57	6:49
	1	52,49	55,25			15,80	54,32	6:47
	2	53,14	55,93			15,53	55,93	6:59
Jul.	3	53,78	56,61	16,52	17	15,69	56,03	7:00
	1	54,43	57,30			16,90	56,00	7:00
	2	55,08	57,98			16,91	56,67	7:05
Ago.	3	55,73	58,66	14,35	14	16,52	58,66	7:19
	1	56,38	59,34			15,28	55,75	6:58
	2	57,02	60,03			14,76	58,37	7:17
Sep.	3	57,67	60,71	13,74	14	14,35	60,71	7:35
	1	58,32	61,39			13,79	61,17	7:38
	2	58,97	62,07			13,74	62,07	7:45
Oct.	3	59,62	62,75	14,84	15	13,93	61,90	7:44
	1	60,26	63,44			14,84	63,44	7:55
	2	60,91	64,12			15,22	62,51	7:48
Nov.	3	61,56	64,80	15,28	15	15,51	61,99	7:44
	1	62,21	65,48			15,28	65,48	8:11
	2	62,86	66,16			15,58	64,85	8:06
Dic.	3	63,50	66,85	18,19	18	16,88	60,49	7:33
	1	64,15	67,53			18,19	67,53	8:26
	2	64,80	68,21			22,62	54,85	6:51
	3	64,80	68,21			33,32	37,23	4:39

Anexo 21. Lámina de riego para el cultivo de Cacao goteo en el tercer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		CACAO GOTEIO TERCER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	64,80	68,21	35366	0	35366	0,00	0:00
	2	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
	3	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
Feb.	1	64,80	68,21	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
	3	64,80	68,21			NA	0,00	0:00



Mar.	1	64,80	68,21	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
	3	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
Abr.	1	64,80	68,21	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
	3	64,80	68,21			NA	0,00	0:00
May.	1	64,80	68,21	18,54	19	30,27	41,79	5:13
	2	64,80	68,21			21,50	58,82	7:21
	3	64,80	68,21			18,54	68,21	8:31
Jun.	1	64,80	68,21	18,90	19	19,50	66,12	8:15
	2	64,80	68,21			18,94	68,09	8:30
	3	64,80	68,21			18,90	68,21	8:31
Jul.	1	64,80	68,21	19,21	19	20,12	65,12	8:08
	2	64,80	68,21			19,89	65,89	8:14
	3	64,80	68,21			19,21	68,21	8:31
Ago.	1	64,80	68,21	16,13	16	17,56	62,64	7:49
	2	64,80	68,21			16,77	65,58	8:11
	3	64,80	68,21			16,13	68,21	8:31
Sep.	1	64,80	68,21	15,10	15	15,32	67,22	8:24
	2	64,80	68,21			15,10	68,21	8:31
	3	64,80	68,21			15,14	68,02	8:30
Oct.	1	64,80	68,21	15,96	16	15,96	68,21	8:31
	2	64,80	68,21			16,20	67,21	8:24
	3	64,80	68,21			16,33	66,65	8:19
Nov.	1	64,80	68,21	15,91	16	15,91	68,21	8:31
	2	64,80	68,21			16,07	67,56	8:26
	3	64,80	68,21			17,22	63,01	7:52
Dic.	1	64,80	68,21	18,37	18	18,37	68,21	8:31
	2	64,80	68,21			22,62	55,41	6:55
	3	64,80	68,21			33,32	37,61	4:42

Anexo 22. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el primer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		PASTO PRIMER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
En	1	32,4	43,2	0	0	NA	0	0:00



	2	33,48	44,64			NA	0	0:00
	3	34,56	46,08			NA	0	0:00
Feb.	1	35,64	47,52	0	0	NA	0	0:00
	2	36,72	48,96			NA	0	0:00
	3	37,8	50,4			NA	0	0:00
Mar.	1	38,88	51,84	0	0	NA	0	0:00
	2	39,96	53,28			NA	0	0:00
	3	41,04	54,72			NA	0	0:00
Abr.	1	42,12	56,16	0	0	NA	0	0:00
	2	43,2	57,6			NA	0	0:00
	3	44,28	59,04			NA	0	0:00
May.	1	45,36	60,48	15,03	15	25,12	36,19	4:31
	2	46,44	61,92			17,33	53,7	6:42
	3	47,52	63,36			15,03	63,36	7:55
Jun.	1	48,6	64,8	16,07	16	16,26	64,06	8:00
	2	49,68	66,24			16,07	66,24	8:16
	3	50,76	67,68			16,37	66,46	8:18
Jul.	1	51,84	69,12	17,7	18	17,81	68,69	8:35
	2	52,92	70,56			17,96	69,53	8:41
	3	54	72			17,7	72	9:00
Ago.	1	55,08	73,44	15,75	16	16,5	70,09	8:45
	2	56,16	74,88			16,07	73,38	9:10
	3	57,24	76,32			15,75	76,32	9:32
Sep.	1	58,32	77,76	15,24	15	15,24	77,76	9:43
	2	59,4	79,2			15,3	78,9	9:51
	3	60,48	80,64			15,63	78,67	9:50
Oct.	1	61,56	82,08	16,77	17	16,77	82,08	10:15
	2	62,64	83,52			17,32	80,86	10:06
	3	63,72	84,96			17,77	80,18	10:01
Nov.	1	64,8	86,4	17,59	18	17,59	86,4	10:48
	2	65,88	87,84			18,06	85,54	10:41
	3	66,96	89,28			19,81	79,27	9:54
Dic.	1	68,04	90,72	21,58	22	21,58	90,72	11:20
	2	69,12	92,16			27,67	71,86	8:58
	3	70,2	93,6			44,31	45,58	5:41



Anexo 23. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el segundo año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		PASTO SEGUNDO AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	71,28	95,04	404	0	404	0	0:00
	2	72,36	96,48			NA	0	0:00
	3	73,44	97,92			NA	0	0:00
Feb.	1	74,52	99,36	0	0	NA	0	0:00
	2	75,6	100,8			NA	0	0:00
	3	76,68	102,24			NA	0	0:00
Mar.	1	77,76	103,68	0	0	NA	0	0:00
	2	78,84	105,12			NA	0	0:00
	3	79,92	106,56			NA	0	0:00
Abr.	1	81	108	690	0	NA	0	0:00
	2	82,08	109,44			NA	0	0:00
	3	83,16	110,88			690	0	0:00
May.	1	84,24	112,32	23,6	24	36,49	72,64	9:04
	2	85,32	113,76			26,83	100,08	12:30
	3	86,4	115,2			23,6	115,2	14:24
Jun.	1	87,48	116,64	24,69	25	25,07	114,87	14:21
	2	88,56	118,08			24,69	118,08	14:45
	3	89,64	119,52			24,96	118,22	14:46
Jul.	1	90,72	120,96	26,28	26	26,88	118,26	14:46
	2	91,8	122,4			26,89	119,64	14:57
	3	92,88	123,84			26,28	123,84	15:28
Ago.	1	93,96	125,28	22,83	23	24,3	117,7	14:42
	2	95,04	126,72			23,48	123,22	15:24
	3	96,12	128,16			22,83	128,16	16:01
Sep.	1	97,2	129,6	21,85	22	21,93	129,13	16:08
	2	98,28	131,04			21,85	131,04	16:22
	3	99,36	132,48			22,15	130,69	16:20
Oct.	1	100,44	133,92	23,6	24	23,6	133,92	16:44
	2	101,52	135,36			24,21	131,97	16:29
	3	102,6	136,8			24,67	130,88	16:21
Nov.	1	103,68	138,24	24,3	24	24,3	138,24	17:16
	2	104,76	139,68			24,79	136,94	17:07



	3	105,84	141,12			26,78	128,08	16:00
Dic.	1	106,92	142,56	28,79	29	28,79	142,56	17:49
	2	108	144			35,43	117,03	14:37
	3	108	144			50,83	81,56	10:11

Anexo 24. Lámina de riego para el cultivo de Pasto en el tercer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		PASTO TERCER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	108	144	611,6	0	611,58	0	0:00
	2	108	144			NA	0	0:00
	3	108	144			NA	0	0:00
Feb.	1	108	144	0	0	NA	0	0:00
	2	108	144			NA	0	0:00
	3	108	144			NA	0	0:00
Mar.	1	108	144	0	0	NA	0	0:00
	2	108	144			NA	0	0:00
	3	108	144			NA	0	0:00
Abr.	1	108	144	895,7	0	NA	0	0:00
	2	108	144			NA	0	0:00
	3	108	144			895,7	0	0:00
May.	1	108	144	29,5	30	46,78	90,8	11:21
	2	108	144			33,96	125,11	15:38
	3	108	144			29,5	144	18:00
Jun.	1	108	144	30,08	0	30,95	0	0:00
	2	108	144			30,11	0	0:00
	3	108	144			30,08	0	0:00
Jul.	1	108	144	30,56	0	32,01	0	0:00
	2	108	144			31,64	0	0:00
	3	108	144			30,56	0	0:00
Ago.	1	108	144	25,65	26	27,93	132,25	16:31
	2	108	144			26,68	138,45	17:18
	3	108	144			25,65	144	18:00
Sep.	1	108	144	24,01	24	24,37	141,9	17:44
	2	108	144			24,01	144	18:00
	3	108	144			24,08	143,62	17:57



Oct.	1	108	144	25,38	25	25,38	144	18:00
	2	108	144			25,75	141,9	17:44
	3	108	144			25,97	140,73	17:35
Nov.	1	108	144	25,31	25	25,31	144	18:00
	2	108	144			25,55	142,64	17:49
	3	108	144			27,32	133,42	16:40
Dic.	1	108	144	29,08	29	29,08	144	18:00
	2	108	144			35,43	118,21	14:46
	3	108	144			50,83	82,39	10:17

Anexo 25. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el primer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		POLICULTIVO PERENNE PRIMER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	29,16	38,88	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	30,13	40,18			NA	0,00	0:00
	3	31,10	41,47			NA	0,00	0:00
Feb.	1	32,08	42,77	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	33,05	44,06			NA	0,00	0:00
	3	34,02	45,36			NA	0,00	0:00
Mar.	1	34,99	46,66	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	35,96	47,95			NA	0,00	0:00
	3	36,94	49,25			NA	0,00	0:00
Abr.	1	37,91	50,54	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	38,88	51,84			NA	0,00	0:00
	3	39,85	53,14			NA	0,00	0:00
May.	1	40,82	54,43	19,47	19	48,96	21,65	2:42
	2	41,80	55,73			24,43	44,41	5:33
	3	42,77	57,02			19,47	57,02	7:07
Jun.	1	43,74	58,32	20,97	21	21,62	56,56	7:04
	2	44,71	59,62			20,97	59,62	7:27
	3	45,68	60,91			21,20	60,23	7:31
Jul.	1	46,66	62,21	16,81	17	16,93	61,80	7:43
	2	47,63	63,50			17,06	62,57	7:49
	3	48,60	64,80			16,81	64,80	8:06
Ag.	1	49,57	66,10	14,96	15	15,68	63,08	7:53



	2	50,54	67,39			15,27	66,04	8:15
	3	51,52	68,69			14,96	68,69	8:35
Sep.	1	52,49	69,98	14,48	14	14,48	69,98	8:44
	2	53,46	71,28			14,54	71,00	8:52
	3	54,43	72,58			14,85	70,79	8:50
Oct.	1	55,40	73,87	15,94	16	15,94	73,87	9:14
	2	56,38	75,17			16,47	72,77	9:05
	3	57,35	76,46			16,90	72,15	9:01
Nov.	1	58,32	77,76	16,71	17	16,71	77,76	9:43
	2	59,29	79,06			17,16	76,96	9:37
	3	60,26	80,35			18,89	71,06	8:52
Dic.	1	61,24	81,65	20,64	21	20,64	81,65	10:12
	2	62,21	82,94			26,88	63,70	7:57
	3	63,18	84,24			44,99	38,65	4:49

Anexo 26. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el segundo año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		POLICULTIVO PERENNE SEGUNDO AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	64,15	85,54	363,28	0	363,28	0,00	0:00
	2	65,12	86,83			NA	0,00	0:00
	3	66,10	88,13			NA	0,00	0:00
Feb.	1	67,07	89,42	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	68,04	90,72			NA	0,00	0:00
	3	69,01	92,02			NA	0,00	0:00
Mar.	1	69,98	93,31	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	70,96	94,61			NA	0,00	0:00
	3	71,93	95,90			NA	0,00	0:00
Abr.	1	72,90	97,20	620,72	0	NA	0,00	0:00
	2	73,87	98,50			NA	0,00	0:00
	3	74,84	99,79			620,72	0,00	0:00
May.	1	75,82	101,09	21,24	21	32,84	65,38	8:10
	2	76,79	102,38			24,14	90,08	11:15
	3	77,76	103,68			21,24	103,68	12:57



Jun.	1	78,73	104,98	22,22	22	22,57	103,38	12:55
	2	79,70	106,27			22,22	106,27	13:17
	3	80,68	107,57			22,47	106,40	13:17
Jul.	1	81,65	108,86	23,66	24	24,20	106,43	13:18
	2	82,62	110,16			24,20	107,68	13:27
	3	83,59	111,46			23,66	111,46	13:55
Ago.	1	84,56	112,75	20,55	21	21,87	105,93	13:14
	2	85,54	114,05			21,13	110,90	13:51
	3	86,51	115,34			20,55	115,34	14:25
Sep.	1	87,48	116,64	19,67	20	19,74	116,21	14:31
	2	88,45	117,94			19,67	117,94	14:44
	3	89,42	119,23			19,94	117,62	14:42
Oct.	1	90,40	120,53	21,24	21	21,24	120,53	15:03
	2	91,37	121,82			21,79	118,77	14:50
	3	92,34	123,12			22,20	117,79	14:43
Nov.	1	93,31	124,42	21,87	22	21,87	124,42	15:33
	2	94,28	125,71			22,31	123,24	15:24
	3	95,26	127,01			24,10	115,27	14:24
Dic.	1	96,23	128,30	25,91	26	25,91	128,30	16:02
	2	97,20	129,60			31,88	105,32	13:09
	3	97,20	129,60			45,75	73,41	9:10

Anexo 27. Lámina de riego para el Policultivo perenne en el tercer año.

MES	Década	LAMINA RIEGO mm/dd						
		POLICULTIVO PERENNE TERCER AÑO						
		RAW (mm)	Dosis máxima(mm)	Frecuencia(días)		DOSIS APLICACIÓN	Tiempo de riego	
Ene.	1	97,20	129,60	550,42	0	550,42	0,00	0:00
	2	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
	3	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
Feb.	1	97,20	129,60	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
	3	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
Mar.	1	97,20	129,60	0,00	0	NA	0,00	0:00
	2	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
	3	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
Ab r.	1	97,20	129,60	806,13	0	NA	0,00	0:00



	2	97,20	129,60			NA	0,00	0:00
	3	97,20	129,60			806,13	0,00	0:00
May.	1	97,20	129,60	26,55	27	42,11	81,72	10:12
	2	97,20	129,60			30,56	112,59	14:04
	3	97,20	129,60			26,55	129,60	16:12
Jun.	1	97,20	129,60	27,07	27	27,86	125,93	15:44
	2	97,20	129,60			27,10	129,45	16:10
	3	97,20	129,60			27,07	129,60	16:12
Jul.	1	97,20	129,60	27,51	28	28,80	123,76	15:28
	2	97,20	129,60			28,47	125,21	15:39
	3	97,20	129,60			27,51	129,60	16:12
Ago.	1	97,20	129,60	23,09	23	25,14	119,02	14:52
	2	97,20	129,60			24,01	124,60	15:34
	3	97,20	129,60			23,09	129,60	16:12
Sep.	1	97,20	129,60	21,61	22	21,93	127,71	15:57
	2	97,20	129,60			21,61	129,60	16:12
	3	97,20	129,60			21,67	129,26	16:09
Oct.	1	97,20	129,60	22,84	23	22,84	129,60	16:12
	2	97,20	129,60			23,18	127,71	15:57
	3	97,20	129,60			23,37	126,66	15:49
Nov.	1	97,20	129,60	22,78	23	22,78	129,60	16:12
	2	97,20	129,60			23,00	128,38	16:02
	3	97,20	129,60			24,59	120,08	15:00
Dic.	1	97,20	129,60	26,17	26	26,17	129,60	16:12
	2	97,20	129,60			31,88	106,39	13:17
	3	97,20	129,60			45,75	74,15	9:16

**Anexo 28. Requerimiento hídrico para el área de riego Mangas Saibas, cobertura actual (Meses)**

MES	REQUERIMIENTO m ³	VOLUMEN EMBALSE
ENERO	0	180000000
FEBRERO	0	180000000
MARZO	0	180000000
ABRIL	0	180000000
MAYO	16259760	163740240
JUNIO	18032069	145708171
JULIO	23126807	122581363
AGOSTO	30965811	91615553
SEPTIEMBRE	29992461	61623091
OCTUBRE	26364021	35259070
NOVIEMBRE	16104427	19154643
DICIEMBRE	11689526	7465118
Total	172534882	7465118

Fuente: Los Autores

Anexo 29. Requerimiento hídrico para el área de riego Chojampe, cobertura actual (Meses)

MES	REQUERIMIENTO m ³	VOLUMEN EMBALSE
ENERO	0	105000000
FEBRERO	0	105000000
MARZO	0	105000000
ABRIL	0	105000000
MAYO	6276968	98723032
JUNIO	7435759	91287273
JULIO	11640032	79647242
AGOSTO	16749590	62897652
SEPTIEMBRE	20982635	41915017
OCTUBRE	13548103	28366914
NOVIEMBRE	4642221	23724693
DICIEMBRE	3127458	20597235
Total	84402765	20597235

Fuente: Los Autores

**Anexo 30. Requerimiento hídrico para el área de riego Mangas Saibas, Propuesta PACALORI (Meses)**

MES	REQUERIMIENTO m ³	VOLUMEN EMBALSE
ENERO	0	180000000
FEBRERO	0	180000000
MARZO	0	180000000
ABRIL	0	180000000
MAYO	15140192	164859808
JUNIO	17142572	147717237
JULIO	21743950	125973287
AGOSTO	27591725	98381562
SEPTIEMBRE	33239763	65141799
OCTUBRE	23308192	41833607
NOVIEMBRE	12690567	29143040
DICIEMBRE	8854223	20288817
TOTAL	159711183	20288817

Anexo 31. Requerimiento hídrico para el área de riego Chojampe, propuesta PACALORI (Meses)

MES	REQUERIMIENTO m ³	VOLUMEN EMBALSE
ENERO	0	105000000
FEBRERO	0	105000000
MARZO	0	105000000
ABRIL	0	105000000
MAYO	8573344	96426656
JUNIO	10770895	85655761
JULIO	13662351	71993410
AGOSTO	16443006	55550404
SEPTIEMBRE	21019137	34531267
OCTUBRE	14347400	20183867
NOVIEMBRE	7330151	12853716
DICIEMBRE	4648970	8204746
TOTAL	96795254	8204746

Anexo 32 Requerimiento hídrico mediante las tasas de incorporación en el área de Mangas Saibas (m³).

MES/INCOR.	0,32%	1,52%	2,50%	3,23%	5,52%	14%
ENE	0	0	0	0	0	0
FEB	0	0	0	0	0	0
MAR	0	0	0	0	0	0



ABR	0	0	0	0	0	0
MAY	48447	227847	380458	490356	834878	2120764
JUN	55669	259237	430693	554140	945712	2400074
JUL	70550	329219	545840	702790	1199527	3044359
AGO	89100	417567	691985	891876	1521609	3863946
SEP	107477	502882	834229	1075686	1834185	4654464
OCT	74868	352439	585158	754226	1285692	3263780
NOV	40568	191200	319036	410760	699715	1777281
DIC	28449	133393	222283	286149	487891	1240326
TOTAL	515129	2413783	4009683	5165983	8809209	22364995
%	0,29	1,34	2,23	2,87	4,89	12,42

Anexo 33. Requerimiento hídrico mediante las tasas de incorporación en el área de Chojampe (m³).

MES/INCOR.	0,32%	1,52%	2,50%	3,23%	5,52%	15%
ENE	0	0	0	0	0	0
FEB	0	0	0	0	0	0
MAR	0	0	0	0	0	0
ABR	0	0	0	0	0	0
MAY	27876	129752	215470	276958	474974	1287096
JUN	34847	163010	270709	347478	596730	1616128
JUL	43865	206770	342922	440514	756462	2049794
AGO	52176	248854	412157	529810	909864	2467191
SEP	67607	318110	526957	678107	1163178	3153735
OCT	46405	217138	359963	463115	794239	2152938
NOV	23998	110937	184415	236867	406288	1100364
DIC	14757	70359	116871	149808	257589	697924
TOTAL	311532	1464930	2429464	3122658	5359324	14525169
%	0,30	1,40	2,31	2,97	5,10	13,83

Anexo 34. Guion de entrevista

<p>1. ¿Cuál es el principal cultivo que tiene en su parcela?</p> <p>2. ¿Cuál es la fecha de siembra del cultivo?</p> <p>3. ¿Cuál es la duración del ciclo vegetativo del cultivo?</p> <p>4. ¿Qué superficie dedica a la siembra del cultivo?</p> <p>5. ¿En qué tipo de suelo siembra el cultivo?</p>	<p>14. ¿Le afectan enfermedades al cultivo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Incidencia • Época • Con que lo controla • Frecuencia (monitoreo) • Quien le recomendó • En que dosis • Donde compro • Cuánto cuesta (unidad) • Medidas de seguridad (ropa, máscara,
--	--



<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente • Profundidad • Textura • Estructura • Color <p>6. ¿Qué labores se le da al cultivo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmalezado • Arada • Rastra • Surcado • Siembra • Fertilizaciones • Cosecha • Riego • Controles fitosanitarios <p>6.1 ¿De qué forma realiza las labores agrícolas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manual • Mecánica • Alquila equipo • Cuánto cuesta • Donde lo alquila • La disponibilidad del equipo es suficiente <p>6.2 ¿Cuándo se las realiza? etapa del cultivo</p> <p>6.3 Costo de labores</p> <p>6.3 Cuáles son las distancias y profundidades de siembra del cultivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7. ¿Qué variedad de semilla utiliza en la siembra? • Nacional • Mejorada (certificada) • Etc.(De cosecha anterior) <p>8. ¿Usa riego? (es un cultivo de secano o bajo riego)</p> <p>9. ¿Cómo aplica el riego en su parcela?</p> <p>9.1 ¿Cuándo aplica el riego en el cultivo?</p> <p>10. ¿De dónde obtiene el agua para el riego?</p> <p>11. ¿Usa fertilizantes?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Cantidad • Frecuencia • Costo • Donde compra <p>12. ¿Utiliza abonos orgánicos en su parcela?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Fuente • Costo <p>13. ¿Le afectan plagas al cultivo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo 	<p>guantes, etc.)</p> <p>15. ¿Tiene problemas con malas hierbas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo • Incidencia • Época • Con que lo controla • Quien le recomendó • En que dosis • Donde compro • Cuánto cuesta (unidad) <p>16. ¿Cómo realiza la cosecha?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manual • Mecánica • Alquila equipo • Cuánto cuesta • Donde lo alquila • La disponibilidad del equipo es suficiente <p>17. ¿Cómo comercializa?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acopia la producción con otros productores • A quien vende la producción (intermediarios o consumidor final) • En que unidades de medida • A qué precio en la finca y en el mercado local • Otros mercados • Variación del precio año a año. Rentabilidad. <p>18. ¿Cuál es el rendimiento que obtiene de su cultivo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variaciones anuales del rendimiento. Variables (agua, manejo) <p>19. ¿Reserva parte de la cosecha para autoconsumo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuanto • Tipo de mano de obra • Familiar • Comunal (mingas) • Contratación (permanente o temporal) <p>20. ¿Qué hace con los residuos de la cosecha?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compost • Alimento ganado • Entierro en el suelo • Quema • Vende
---	--



<ul style="list-style-type: none">• Incidencia• Época• Con que lo controla• Frecuencia (realizan monitoreo)• Quien le recomendó• En que dosis• Donde compro• Cuánto cuesta (unidad)• Medidas de seguridad (ropa, máscara, guantes, etc.)	
--	--

FUENTE: FACTIBILIDAD PACALORI