

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Diseño de un sistema de riego por goteo para frutales y hortalizas en la
finca Victoria”

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y BIOLÓGICO

Presentado por:

Andrés Enrique Swanton Herrera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, hermana e hija que han sido instrumento de fortaleza y por el cariño y amor que me han brindado durante toda mi vida.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Andrés Enrique Swanton Herrera, Autor

PhD. María Fernanda Calderón, Directora

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



Andrés Enrique Swanton Herrera
Autor



Ph.D. María Fernanda Calderón
Directora

RESUMEN

El agua no es un recurso inagotable y siendo la agronomía el sector que más usa este recurso, es por esto que los sistemas de riego se deben de volver más eficientes, proporcionando la cantidad suficiente a las plantas para su óptimo desarrollo, evitando el estrés hídrico y su desperdicio. Por tal motivo que el objetivo del presente proyecto es el de realizar el diseño de un sistema de riego por goteo para 20 hectáreas para cultivos de frutales y hortalizas en la comuna Limoncito, parroquia Simón Bolívar del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

Para poder diseñar un óptimo sistema de riego, es necesario conocer el área de trabajo, donde por medio de un GPS se obtuvo el perímetro de la finca y con herramientas digitales como AutoCAD se realizó los gráficos correspondientes para la ubicación de módulos y tuberías. En los cálculos se utilizaron las fórmulas de la FAO, las cuales ayudan a obtener el tamaño de las parcelas, intervalo de riego, dimensiones de la tubería, así como las pérdidas generadas por estas hasta llegar a la potencia de la bomba a usar.

Se obtuvo una evaporación de referencia de 5,14 mm/día, donde el número de módulos para frutales fue de 12 y 20 para hortalizas, con ciclos de riego de dos y un día, respectivamente. Finalmente, la potencia de la bomba resultó de 21 hp.

El diseño del sistema de riego por goteo en la finca Victoria fue viable para los cultivos de frutales y hortalizas. Por último el proyecto resultó factible por sus valores positivos en el VAN, TIR mayor a la tasa de actualización y un B/C mayor a 1.

Palabras claves: goteo, fórmulas riego.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ABREVIATURAS	iv
SIMBOLOGÍA	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.1.1. Justificación	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Marco teórico	3
1.3.1. El riego	3
1.3.2. Cultivos	4
CAPÍTULO 2	6
2. Metodología	6
2.1. Descripción del área de estudio	6
2.2. Cálculo de evapotranspiración	6
2.3. Diseño agronómico y físico	6
2.4. Diseño hidráulico	7
2.5. Análisis financiero	9
CAPÍTULO 3	11
3. Resultados	11
3.1. Riego	11
3.2. Análisis financiero	16
CAPÍTULO 4	18
4. Discusión y conclusiones	18
Bibliografía	19

Abreviatura

VAN	Valor actual neto
TIR	Tasa interna de retorno
PAS	Porcentaje de área sombra
dds	Días después de siembra
DAP	Fosfato diamónico
MOP	Muriato de potasio

Simbología

msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
°C	Grados centígrados
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
ETo	Evapotranspiración de referencia
Kc	Coeficiente del cultivo
dh	Distancia entre hileras
dp	Distancia entre plantas
Zr	Profundidad radicular
Pa	Máximo porcentaje de agua aprovechable
Min Par	Porcentaje mínimo del área bajo riego
Max Par	Porcentaje máximo del área bajo riego
HCc	Humedad a capacidad de campo
HPmp	Humedad de punto de marchitez permanente
Pea	Peso específico del suelo
Pew	Peso específico del agua
IB	Velocidad de infiltración básica
Qe	Caudal del emisor
Hmax	Máxima horas de operación del riego
De	Distancia entre emisores
Nep	Número de emisores por planta
LDzr	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular
VDzr	Volumen de agua disponible a la profundidad radicular
LAzr	Lámina de agua aprovechable en la profundidad radicular
Db	Diámetro del bulbo
Par	Porcentaje del área bajo riego
Parp	Porcentaje del área bajo riego por planta
PPhr	Precipitación horaria del sistema de riego
Ir	Intervalo de riego
Cr	Ciclo de riego
LR	Lámina de riego
Aj	Ajustado
%Pa	Porcentaje de agua aprovechada
LB	Lámina bruta
DB	Dosis de riego bruta
DBp	Dosis de riego bruta por planta
Ht	Horas de riego por turno
Td	Máximo número de turnos de riego diario
Hd	Horas de riego por día
Hc	Horas de riego por ciclo

Tc	Número de turnos por ciclo
St	Superficie bajo riego por turno
DBt	Dosis de riego bruta por turno
Qr	Caudal requerido
Emt	Número de emisores por turno
VBc	Volumen bruto por ciclo de riego
Qe	Caudal específico
Snm	Superficie neta del módulo
Phrd	Precipitación horaria de riego de diseño
Srm	Superficie del módulo
Nmfs	Número de módulos en funcionamiento
Srmc	Superficie real neta del módulo
Ntm	Número total de módulos en funcionamiento
Qm	Caudal del módulo
Nrmfs	Número real de módulos en funcionamiento simultáneo
LI	Longitud de la lateral
Δz	Diferencial de altura
Δ elevador	Diferencial elevador
Ha	Presión media del emisor
FC	Factor de Christiansen
CV	Coeficiente de variación del emisor
x	Descarga del emisor
C	Coeficiente Hazen-Williams
CU	Coeficiente de uniformidad
N°e	Número de emisores
Lr lat	Longitud real de la lateral
Q lat	Caudal de la lateral
Ire	Número de Reynolds
J	Ecuación de Blasius para régimen crítico y turbulento
Hf lat	Pérdidas de carga de la lateral
qns	Caudal mínimo
hns	Presión mínima del módulo
Δ Hm	Tolerancia de presiones del módulo
Δ HL	Tolerancia de presiones en la lateral
he	Presión inicial en la lateral
hd	Presión mínima en la lateral
hf	Diferencia de presiones en la lateral
Lr tec	Longitud de la terciaria
N° lat	Número de laterales
Lr terc	Longitud real de la terciaria
Q ter	Caudal de la terciaria
Δ Ht	Tolerancia de presiones en la terciaria
Hfp	Pérdidas de cargas ocasionadas por la pendiente
D exacto	Diámetro exacto

hf ter	Pérdidas de carga de la terciaria
he ter	Presión inicial de la terciaria
hd ter	Presión mínima en la terciaria
hfT	Diferencia de presiones en la terciaria
Hmin	Presión en el último emisor
Hf válvula	Pérdidas de carga de la válvula
V	Velocidad del agua
D comercial	Diámetro comercial
m	Metros
m.c.a.	Metro de columna de agua
Pot	Potencia de la bomba
l/h	Litros por hora
m ³ /h	Metros cúbicos por hora
Fp	Módulo de frutales papaya
Fu	Módulo de frutales uva
Hc	Módulo de hortalizas cebolla
Hm	Módulo de hortalizas melón
Hpi	Módulo de hortalizas pimiento
Hs	Módulos de hortalizas sandía
B/C	Relación beneficio-costo
Kg/ha	Kilogramo por hectárea
N	Nitrógeno
P205	Fosfato
K20	Óxido de potasio
Ca	Calcio
Mg	Magnesio
S	Azufre
g/cm ³	Gramos por centímetro cúbico
mm/h	Milímetros por hora
g	Gramo
cc	Centímetro cúbico
lt	Litro
cav	Cavidades
kg	Kilogramo
Tn	Tonelada
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diagrama de componentes del sistema de bombeo	Pág. 16
-----------------	---	------------

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Principales resultados del diseño agronómico para frutales y hortalizas	11
Tabla 2	Principales resultados del diseño físico para frutales y hortalizas	12
Tabla 3	Principales resultados del diseño hidráulico de laterales para frutales	12
Tabla 4	Principales resultados del diseño físico para hortalizas	13
Tabla 5	Diámetro de tubería terciaria para frutales	13
Tabla 6	Diámetro de tubería terciaria para hortalizas	14
Tabla 7	Diámetro de tubería múltiple para módulos de frutales y hortalizas	14
Tabla 8	Diámetro de tubería principal del sistema de riego por goteo	15
Tabla 9	Potencia requerida de la bomba para el sistema de riego	15
Tabla 10	VAN, TIR y B/C	17

CAPÍTULO 1

1. Introducción

Por muchos años atrás el recurso agua se ha considerado un bien inagotable, en la actualidad el aumento del consumo de agua en la agricultura, así como en la industrias y la de consumo humano, hacen que el agua se convierta en un bien el cual debe ser cuidado y utilizado en forma eficiente.

Alrededor del 70 % del agua extraída en el mundo se emplea en la agricultura. En este sentido el agua es un recurso vital en la producción de cultivos, ya que por acción del agua las células de las plantas crecen, la escasez de este recurso produce una reducción en el tamaño de las hojas, provocando una menor fotosíntesis y como consecuencia una merma en la producción (FAO, 2011).

Debido a los efectos provocados por el cambio climático y a la elevada demanda de recursos hídricos, se hace necesario realizar un manejo eficiente de las aguas superficiales y subterráneas disponibles. Como consecuencia, el agua utilizada para el riego se pierde antes que los cultivos la puedan absorber, lo que representa más del 40 % (ONU, 2011).

Los primeros sistemas de riego por goteo se instalaron aproximadamente en la década de los 60 en Israel, Australia y Estados Unidos. Es el método más moderno y su desarrollo se debe principalmente a los avances tecnológicos desarrollados en las últimas décadas.

Los sistemas de riego por goteo permiten una distribución del agua de una manera más localizada, permitiendo tener un nivel constante y adecuado de humedad en el suelo disponible en la zona radicular de las plantas. Este sistema permite tener una menor cantidad de pérdidas, por tener una eficiencia del 90 % en el uso del agua.

El presente trabajo toma como referencia para el diseño del sistema de riego una finca ubicada en la comuna Limoncito, cantón Santa Elena, provincia Santa Elena, donde se realizará el estudio para la instalación de un sistema de riego con un área de 20 ha.

1.1 Descripción del problema

La producción de frutales y hortalizas en el Ecuador es un reto para muchos productores debido a las nuevas tendencias comerciales, cambios tecnológicos en la agricultura y las exigencias del mercado. Estos productos que han adquirido un mayor protagonismo en el por su valor nutritivo; sin embargo, la producción nacional no satisface a nivel nacional la demanda interna.

El país no ha logrado implementar reales estrategias que le permitan al productor aprovechar su potencial, con el fin de aumentar la producción y disminuir sus costos en estos géneros. En este sentido, el riego es uno de los factores que tiene mayor relevancia en las bajas producciones, debido a que los cultivos son sembrados en invierno para aprovechar la lluvia, por la falta de un sistema de riego. Debido a la falta de conocimiento de los requerimientos edáficos y nutricionales de los cultivos, es otro de los problemas que los agricultores deben sobrepasar por la falta de información.

En la actualidad, una importante cantidad de sistemas de riego presentan deficiencias en su funcionamiento principalmente a consecuencia de diseños inadecuados por falta de asesoría técnica, por fugas de agua en las tuberías, conexiones y accesorios, espaciamientos incorrectos, reducción de presión en las tuberías y horarios o periodos de riego muy largos.

1.1.1. Justificación

Uno de los mayores desafíos que se encuentran presentes en la agricultura mundial actual, es el hecho de poder suministrar las cantidades necesarias de agua. En consecuencia al cambio climático los periodos de lluvias se están volviendo irregulares, provocando que las personas dedicadas a la agricultura no obtengan buenos rendimientos en la producción a causa de la falta del recurso hídrico.

En este sentido para poder llegar a obtener un desarrollo óptimo en los cultivos, sin depender de las lluvias y no fracasar en el abastecimiento de la demanda de estos, es preciso conocer los distintos factores que intervienen en el diseño de un sistema de riego, el cual permitirá cumplir con los requerimientos hídricos de los cultivos y así lograr un rendimiento mayor en las cosechas. Por ello, el presente trabajo está dirigido en el diseño de la implementación de un sistema de riego apropiado y lo más eficiente posible.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema de riego para diferentes cultivos (papaya, melón, sandía, cebolla, pimiento y uva) en la comuna Limoncito del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las características del suelo y los diferentes factores agroambientales que intervienen en el diseño de riego, mediante el uso de la información registrada en el área de estudio.
- Determinar los requerimientos técnicos del sistema de riego mediante el diseño de riego y el diseño hidráulico.
- Determinar la factibilidad del proyecto para los cultivos de hortalizas y frutales.

1.3. Marco teórico

1.3.1. El riego

Según Norero (1984) el riego es la práctica de la ingeniería más adecuada para aumentar la eficiencia del agua y la productividad de la tierra, permitiendo regular la aplicación del agua a los requerimientos de los cultivos.

Según Grassi (1998) el objeto fundamental del riego es mejorar las condiciones y calidad de vida. Ello implica perfeccionar las condiciones económicas y sociales de los beneficiarios, así como el ambiente en el cual se desenvuelven sus actividades.

1.3.1.1. El riego por goteo

Medina S. J. (1993) define el riego por goteo como aquel sistema que para conseguir mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para las plantas, aplica el agua gota a gota. De esta forma el agua es conducida por medio de dispositivos que se conocen como goteadores, goteros o emisores.

El riego por goteo se entiende, por aquel que entrega el agua a uno o varios puntos determinados, generalmente lo más cerca de las raíces de las plantas con el fin de que su aprovechamiento sea máximo con las menores pérdidas, manteniendo una zona de terreno, llamada bulbo, en constante humedad. (Fuentes, 1998).

El riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que solo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo. (Junta de Andalucía, 2007)

1.3.1.1.1. Ventajas

- Por ser un sistema de instalación fija, la cantidad de mano de obra se reduce sustancialmente, facilitando aplicaciones de alta frecuencia.
- Los emisores al poder trabajar con pequeñas cantidades de caudal permiten tener un mejor control en las aplicaciones de agua, pudiendo obtener una alta eficiencia.
- Este sistema de riego es apropiado para terrenos arenosos, para disminuir las pérdidas por filtración, ya que estos poseen una capacidad de retención pequeña y necesitan aportes de agua en pequeñas cantidades y frecuentes.
- Este método facilita el uso de la fertilizantes por medio del riego, reduciendo la cantidad de mano de obra para esta actividad.
- Se puede automatizar este sistema, lo que permite su uso durante largos horarios. Por medio de la automatización, es factible fraccionar el uso de fertilizantes y pesticidas.
- Se pueden realizar las labores culturales simultáneamente con el riego, debido a la presencia de zonas secas.
- No perturba la estructura del suelo.

1.3.1.1.2. Desventajas

- Por ser un método de riego que requiere una excelente calidad física del agua a utilizar, la obstrucción de los emisores es un problema, debido a:
 - Obstrucción física: producida por partículas sólidas que se encuentran en suspensión en el agua.
 - Obstrucción química: producida por almacenamiento de sales disueltas.
 - Obstrucción biológica: producida por bacterias, algas e insectos.
- La inversión en la instalación de este método es mayor que los sistemas de aspersión y gravedad.

1.3.2. Cultivos

En los últimos años, los cultivos no tradicionales han adquirido gran importancia para el país como alternativa rentable para sustituir, en algunas zonas, a los granos básicos.

Los cultivos no tradicionales de la costa ecuatoriana, comprenden principalmente frutos tropicales y hortalizas para su consumo en fresco o en la industrialización. Los cultivos seleccionados para el proyecto son: papaya y uva como frutales y cebolla, melón, pimiento y sandía como hortalizas.

La información sobre las características agronómicas de los cultivos se la puede encontrar en los APÉNDICE A para papaya, APÉNDICE B para uva, APÉNDICE C para cebolla, APÉNDICE D para melón, APÉNDICE E para pimiento y APÉNDICE F para sandía.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

2.1. Descripción del área de estudio

El terreno en el cual se realizó la toma de datos para el proyecto fue en la finca Victoria, ubicada en las siguientes coordenadas: 2° 13' 28" Latitud Sur y 80° 13' 24" Longitud Oeste, y a una altitud de 113 msnm, en la comuna Limoncito de la provincia de Santa Elena. La zona presenta dos estaciones bien marcadas, una lluviosa la cual es muy irregular y otra seca con una duración de más de seis meses. La precipitación media anual del lugar es entre 250 y 500 mm anuales y la temperatura media diaria es de 24 °C (Yanchapaxi, 1984). Por medio de la clasificación climática de Holdridge, la zona es tropical, con suelos francos, fértiles, aptos para los cultivos de frutales y hortalizas.

Se registraron los datos por medio del GPS para obtener el perímetro de la finca, los cuales fueron introducidos en ambiente AutoCAD para obtener un plano georreferenciado del predio (Plano 1). Además, en el Instituto Geográfico Militar (IGM) se obtuvo los datos las curvas de nivel, donde el mapa altimétrico de la zona tiene un intervalo de curvas de nivel de 20 metros, a una escala de 1:25.000, por medio de AutoCAD se georreferenció la imagen del mapa altimétrico (Plano 2).

2.2. Cálculo de evapotranspiración

La evapotranspiración de la superficie de referencia (ET_o) se obtuvo mediante el método de Blaney-Criddle (APÉNDICE G), el cual se recomienda su uso para períodos de un mes y en zonas donde los únicos datos climáticos disponibles son los de la temperatura promedio de la zona y el porcentaje de horas diarias de luz, que por estar en la Latitud 0 – 5 ° es de 0,27 durante todo el año.

2.3. Diseño agronómico y físico

La aplicación del diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de sistema riego, partiendo de los datos climáticos, de cultivo y de suelo, obteniéndose finalmente el caudal necesario, los tiempos de riego y el número de módulos de riego.

Para este diseño se procedió a la división de los cultivos en dos grupos: hortalizas y frutales, por su similitud en los valores de sus coeficientes del cultivo (K_c) y distancias

en siembras. En las hortalizas se agrupan a los cultivos de cebolla, melón, pimiento y sandía y en los frutales a los cultivos de papaya y uva.

El área destinada para el cultivo de hortalizas es de 9 ha, mientras que para los frutales es de 6 ha. Cada cultivo posee un valor distinto de K_c para sus diferentes etapas (APÉNDICE H - APÉNDICE M), siendo el de mayor valor el K_c en la etapa de desarrollo del cultivo, debido que en esta etapa sus necesidades hídricas son mayores.

Los datos de humedad a capacidad de campo (HCc), punto de marchitez permanente (HPmp), peso específico aparente del suelo (Pea), peso específico del agua (Pew) e infiltración se usaron datos teóricos, los cuales se usaron en el cálculo del diseño agronómico. (APÉNDICE N) (Ruíz, 2001).

La eficiencia teórica del sistema de riego por goteo alcanzan el orden del 90 % al 95 %, para el proyecto se eligió una eficiencia del 90 %. El caudal comercial de los emisores escogidos para las hortalizas fue de 3 l/h y para los frutales de 8 l/h para la aplicación de las necesidades hídricas.

En el cálculo del diseño agronómico se utilizan 32 fórmulas las cuales se presentan en el APÉNDICE O, donde se espera obtener el ciclo de riego, así como el tiempo de duración del riego en cada módulo.

Para el diseño físico se seleccionó un caudal de la válvula de 30 m³/h, se utilizan 8 fórmulas que se presentan en el APÉNDICE P, donde se espera obtener la superficie de los módulos, así como el número de módulos que pueden estar simultáneamente en funcionamiento.

Con los resultados obtenidos en el diseño físico se procedió al gráfico y ubicación de las parcelas por medio de AutoCAD, respetando las áreas dadas. Luego se determinó la creación de una banda contra fuego de aproximadamente 5 metros. Las zonas con mayor pendiente fueron destinadas para los frutales y las zonas con pendientes menores para las hortalizas. (Plano 3)

2.4. Diseño hidráulico

Con el diseño hidráulico se determinaron los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

Para el diseño de los módulos de riego, los cálculos hidráulicos consisten en determinar en primer lugar los caudales en laterales y terciarias y a continuación, teniendo en cuenta la tolerancia de presiones, calcular para las mismas tuberías los

diámetros y el régimen de presiones. Esta es la fase más complicada del cálculo hidráulico y con ella acaba el diseño de la subunidad.

2.4.1. Diseño hidráulico en laterales

Las laterales son las tuberías las cuales son encargadas de distribuir el agua a las plantas por medio de los emisores que van conectados a ellas, las cuales fueron diseñadas siguiendo las curvas de nivel. Donde el aporte de agua debe ser uniforme por parte de los emisores, tratando que estos apliquen la misma cantidad de agua, debido a esto, la presión deberá de ser constante en todos los emisores.

En el diseño hidráulico en laterales el diferencial de altura entre el punto más alto y más bajo se la obtuvo con el programa de Google Earth. El Factor de Christiansen se seleccionó los valores de $I_0 = \frac{1}{2}$, debido a que la primera descarga se encuentra a una distancia igual a la mitad del espaciamiento entre descargas. Los valores dependían de acuerdo al número de laterales que se encuentran en el módulo (APÉNDICE Q). El coeficiente de Hazen-Williams determina la rugosidad para diferentes materiales. (APÉNDICE R), donde todos estos valores sirvieron para el cálculo del diseño hidráulico de laterales, que está compuesto por 16 fórmulas, las cuales están presentes en el APÉNDICE S.

2.4.2. Diseño hidráulico en terciarias

Las terciarias son tuberías donde van conectadas las laterales, se encuentran por lo general en perpendicular a las líneas del cultivo. En el diseño hidráulico en terciarias el diferencial de altura se la obtuvo de la misma forma de que en las laterales, con Google Earth (Plano 4). En las operaciones de cálculo se determinó el diámetro exacto para la tubería mediante la fórmula de Hazen – Williams, que sirve como referencia para la selección del diámetro comercial de la tubería.

El cálculo del diseño hidráulico en terciarias consta de 12 fórmulas que están presentes en el APÉNDICE T, donde se obtendrán el número de laterales, así como el caudal de la lateral.

2.4.3. Diseño hidráulico de múltiples

Las tuberías múltiples son las encargadas de transportar el agua a las tuberías terciarias. Conociendo los caudales y fijando la velocidad se calcula el diámetro con ayuda de las fórmulas correspondientes (Plano 5).

En el diseño hidráulico de las múltiples se procedió a la elección de dos módulos juntos, debido a que se escogerán más de dos módulos juntos, el diámetro de

tubería a obtener sería mayor. El caudal que se usó, fue la suma de los módulos elegidos. En diseño está constituido de tres fórmulas, presentes en el APÉNDICE U.

2.4.4. Diseño tubería principal

La tubería principal es la encargada de transportar el agua a las tuberías múltiples (Plano 6). Para el diseño de la tubería principal se procedió a seleccionar que módulos se regarán al mismo tiempo, para el caso de este proyecto se procedió a seleccionar módulos que no se encuentren al mismo nivel de la tubería principal, para así poder trabajar con caudales menores y que la tubería principal sea del menor diámetro posible. Para este diseño se utilizan dos fórmulas que están presentes en el APÉNDICE V.

2.4.5. Cálculo potencia de la bomba

La potencia de la bomba determina el poder y fuerza mínima que la bomba deberá tener para poder transportar el agua desde el suministro de agua hasta los módulos. Para el cálculo de la potencia de la bomba se sumarán las presiones generadas por cada punto donde la tubería principal conecta con la múltiple, la mayor presión generada por las múltiples, las pérdidas de carga por la válvula y la profundidad la tubería principal. También se deberá conocer las presiones generadas los accesorios, filtros, y medidor de agua. Para el cálculo de la potencia de la bomba las fórmulas están descritas en el APÉNDICE W.

2.5. Análisis financiero

Para el cálculo del costos de los cultivos se procedió al desglose de todos los elementos que los integran, considerando los rubros de: mano de obra, semilla, fertilizantes, plaguicidas y maquinarias; además, se calculó el coste de un vivero de 33 x 17,14 metros, destinada a la producción de plántulas para la siembra.

El análisis financiero incluye los presupuestos para costos del proyecto, proyección financiera, capital de trabajo, punto de equilibrio, flujo de caja, tabla de amortización, evaluaciones financieras y período de recuperación.

El costo del proyecto facilita conocer el total de los costos y poder realizar un desglose en aportaciones en caso de la realización de un crédito a una entidad financiera.

La proyección financiera proporciona la información de la proyección de ingresos como la de costos fijos y variables en un lapso de tiempo de dado.

El capital de trabajo es de gran ayuda para conocer el monto de dinero que se necesitará en un periodo para la implementación del proyecto, no mayor de un año.

El punto de equilibrio brinda la relación entre los ingresos y costos fijos y variables, indicando el porcentaje de ventas que se deberían realizar para cubrir los costos y no tener pérdidas.

El flujo de caja refleja la optimización de los recursos monetarios dentro del movimiento mensual de ingresos y gastos requeridos para el desarrollo del proyecto en los años de vida útil del proyecto.

La tabla de amortización ayuda a poder observar con detalle el número de cuotas que se deberán cancelar.

La evaluación financiera se, procede al cálculo de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de retorno (TIR) y la relación entre beneficio y costo, donde se utilizó una tasa de riesgo, que se asemeja a la tasa de interés de un préstamo.

El periodo de recuperación es el tiempo el cual le tomará al proyecto recuperar la inversión.

Con estos presupuestos se logra determinar que el proyecto estructurado tiene muy buena factibilidad para su desarrollo.

CAPÍTULO 3

3. Resultados

3.1. Riego

El estudio del diseño del sistema de riego que se presentó en el presente proyecto se estableció en la finca Victoria, lugar que posee un suelo franco arcilloso con un área de 20 ha, donde se encuentra una quebrada que posee 3 ha de área.

Para el diseño y cálculo del sistema de riego, es necesario contar con las necesidades hídricas de los cultivos, las cuales fueron calculadas por el método Braney- Criddle, por lo tanto en el APÉNDICE X se presentan los datos para el cálculo de la evapotranspiración que se presenta en la zona.

Evapotranspiración de referencia = 5,14 mm/día

Las condiciones de trabajo para el cálculo del diseño agronómico se presentan en la APÉNDICE Y para hortalizas y APÉNDICE Z para frutales, donde luego de utilizar las fórmulas los resultados se presentan en la APÉNDICE AB para hortalizas y APÉNDICE AB para frutales.

Tabla 1
Principales resultados del diseño agronómico para frutales y hortalizas

Cultivos	Intervalo de riego [días]	Ciclo de Riego [días]	Horas de Riego [horas/turno]	Número de turnos [turnos/ciclo]	Número de turnos diarios [turnos/día]
Frutales	4	2	11,34	4	2
Hortalizas	3	1	2,82	4	4

En el diseño físico los datos se presentan en la APÉNDICE AC para hortalizas y APÉNDICE AD para frutales, donde luego de las usar las fórmulas los resultados están presentes en la APÉNDICE AE para hortalizas y APÉNDICE AF para frutales.

Tabla 2
Principales resultados del diseño físico para frutales y hortalizas

Cultivos	Superficie neta del módulo [ha]	Número total de módulos [módulo]	Módulos en funcionamiento simultáneo [módulo]
Frutales	4	2	11,34
Hortalizas	3	1	2,82

En la tabla 3 se observan los resultados principales de los módulos de frutales, los números de emisores, longitud real de las laterales y su caudal, donde en los módulos regulares los valores son constantes de 106 emisores por lateral y en los módulos irregulares donde varían sus dimensiones, los resultados no son uniformes, en el APÉNDICE AG se puede observar los resultados completos del diseño hidráulico de laterales para frutales.

Tabla 3
Principales resultados del diseño hidráulico de laterales para frutales

Módulo Frutales	Número de emisores [emisores]	Longitud real de la lateral [m]	Caudal de la lateral [l/h]
Fp1*	5 – 135	2,97 - 88,77	40 – 1080
Fp2	113	74,25	904
Fp3 – 4 – 7	106	69,63	848
Fp5 - 6**	53	34,65	424
Fp8 – 9 – 10	106	69,63	848
Fu1*	108 – 155	70,95 - 101,97	864 – 1240
Fu2*	142 – 144	93,39 -94,71	1136 – 1152

Fp = Frutales papaya

Fu = Frutales uva

*Módulos irregulares

** Posee 2 lados

En la tabla 4 se observan los resultados en los módulos de hortalizas, los números de emisores, longitud real de las laterales y su caudal, donde todos los módulos son regulares, por lo que sus resultados no tienen muchas variaciones. En el APÉNDICE AH se puede observar los resultados completos del diseño hidráulico de laterales para hortalizas.

Tabla 4
Principales resultados del diseño físico para hortalizas

Módulo Hortalizas	Número de emisores [emisores]	Long. real de la lateral [m]	Caudal de Lateral [l/h]
Hpi1 – 7	154	69,08	462
Hc1 – 3	151	67,73	453
Hc4 – 5	154	69,08	462
Hm1 – 4	154	69,08	462
Hs1 -4	154	69,08	462

Hpi = Hortalizas pimiento sandía

Hc = Hortalizas cebolla

Hm = Hortalizas melón

Hs = Hortalizas

En el diseño hidráulico de terciarias de frutales sus resultados mostrados en la tabla 5, donde se obtuvo el resultado del diámetro interno exacto de la tubería, el cual sirve como referencia para la selección del diámetro comercial. En el APÉNDICE AI se puede observar los resultados completos del diseño hidráulico de terciarias para frutales.

Tabla 5
Diámetro de tubería terciaria para frutales

Módulo frutales	Diámetro interno exacto	Diámetro interno
Fp1*	97,18	99,6
Fp2	107,24	113
Fp3	56,74	57
Fp4	59,08	60
Fp5 – 6	50,38	57
Fp7 – 8	54,86	57
Fp9	51,94	57
Fp10	53,28	57
Fu1*	89,61	99,6
Fu2*	74,71	81,4

Fp = Frutales papaya

Fu = Frutales uva

*Módulos irregulares

En la tabla 6 se observa los resultados del diseño hidráulico de terciarias de hortalizas, donde se obtuvo el resultado del diámetro interno exacto de la tubería, el cual sirve

como referencia para la selección del diámetro comercial. En el APÉNDICE AJ se puede observar los resultados completos del diseño hidráulico de terciarias para hortalizas.

Tabla 6
Diámetro de tubería terciaria para hortalizas

Módulo Hortalizas	Diámetro interno
Hpi1 – 6, Hm1 – 4 y Hc2 – 3- 5	57
Hpi7	75
Hc1	60
Hc4	50
Hs1 – 4	45,2

Hpi = Hortalizas pimienta Hc = Hortalizas cebolla Hm = Hortalizas melón Hs = Hortalizas sandía

En el diseño hidráulico de las múltiples tanto de frutales como hortalizas sus resultados son mostrados en la tabla 7, donde se obtuvo el resultado del diámetro interno exacto de la tubería, el cual sirve como referencia para la selección del diámetro comercial.

Tabla 7
Diámetro de tubería múltiple para módulos de frutales y hortalizas

Módulos	Diámetro exacto [mm]	Diámetro comercial [mm]
Fp3 – 4	93,21	99,6
Fp5 – 6	93,21	99,6
Hpi4- 5	98,97	99,6
Hpi2 -3	98,96	99,6
Hm1 -2	81,81	83

Fp = Frutales papaya Fu = Frutales uva Hpi = Hortalizas
Hc = Hortalizas cebolla Hm = Hortalizas melón Hs = Hortalizas sandía

En la tabla 8 se especifican los resultados del diseño hidráulico de la tubería principal, donde se obtuvo el resultado del diámetro interno exacto de la tubería, el cual sirve como referencia para la selección del diámetro comercial. En tabla 8 se muestran los datos de los tramos, sus longitudes y su caudal.

Tabla 8
Datos de la tubería principal

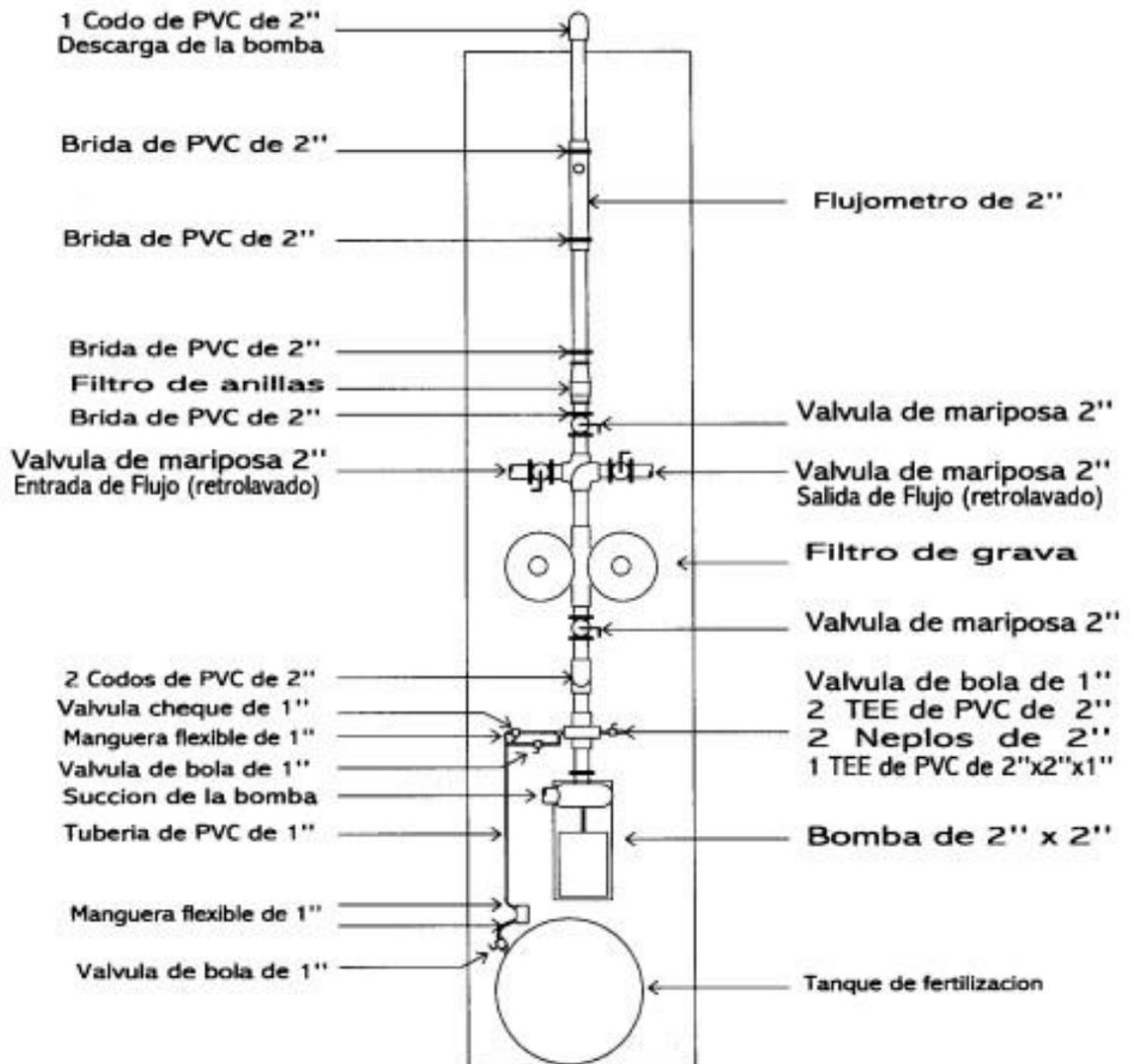
Tramos	Longitud [m]	Di interno tubería [mm]	Caudal [m3/h]
A-B	143,3	115,4	73,77
B-C	66,21	115,4	55,90
C-D	71,19	115,4	37,88
D-E	66,21	115,4	20,33
E-F	85,24	115,4	23,50
F-G	66,81	115,4	42,82

Para el cálculo de la potencia de la bomba se tienen que tomar en cuenta los accesorios que se van a necesitar en la estación de bombeo para la absorción y descarga del agua, debido a que estos generan una pérdida en la descarga. En el siguiente gráfico (Ruíz, 2001) se presenta un diagrama de componentes del sistema de bombeo. Donde se obtuvo un valor de 21 hp para la bomba, destinado al funcionamiento del sistema de riego.

Tabla 9
Potencia requerida de la bomba para el sistema de riego

Pot [hp]	16,43
Pot'^o[hp]	21

Figura 1
Diagrama de componentes del sistema de bombeo.



Fuente: (Ruíz, 2001)

El sistema de filtrado seleccionado es el filtro de grava, debido a que estos filtros tienen resultados superiores en comparación de los otros sistema de filtrado. Los filtros están formados de varias capas de arena y grava que contienen diferentes tamaños de partículas, por donde el agua pasa. Para mayor seguridad se recomienda tener un filtro de mala a continuación del filtro de grava.

3.1.2. Análisis financiero

Se procedió al cálculo del análisis financiero del proyecto, para esto primero se obtuvo el costo de producción de cada uno de los cultivos (APÉNDICE AK –

APÉNDICE AP), así como el costo del vivero (APÉNDICE AQ). Además se obtuvo el costo de los materiales de para el sistema de riego (APÉNDICE AR).

Como parámetro técnico en el APÉNDICE AS se estimaron los rendimientos de cada cultivo, en el caso de los frutales se lo hizo por año y en las hortalizas por el ciclo completo. Luego se estimó una merma en la producción del 10% a todos los cultivos (APÉNDICE AT). Al tener los rendimientos se procedió a realizar el cálculo del presupuesto de ventas (APÉNDICE AU), así como también se calculó el presupuesto de costos (APÉNDICE AV), para luego calcular la utilidad anual (APÉNDICE AW). Al tener estos datos se pudo calcular el costo total del proyecto (APÉNDICE AX).

Por último se elaboró el flujo neto de efectivo (APÉNDICE AY), para poder calcular el VAN, TIR y B/C (APÉNDICE AZ) dando valores que se pueden ver en la siguiente tabla 10.

Tabla 10
VAN, TIR y B/C

VAN=	3.765,55
TIR =	12,95%
B/C =	1,00

El periodo de recuperación resulto de 8 años, para recuperar los gastos en riego y producción (APÉNDICE BA).

CAPÍTULO 4

4.1. Discusión y conclusiones

- Existen diferentes sistemas de riego, para una selección adecuada se deben de tomar en cuenta los diferentes factores existentes como tipo de cultivo, topografía del terreno, características climatológicas y suelo, por tales factores se seleccionó un sistema de riego por goteo, pudiendo así reducir el consumo de agua por cada planta.
- Los diferentes tipos de cultivos fueron seleccionados por su alta demanda, poca variación en los precios, alta productividad y dado que la zona presenta óptimas condiciones bioclimáticas para el cultivo de estos.
- El diseño del sistema de riego por goteo para la finca “Victoria” ubicada en la comuna Limoncito fue viable para los cultivos de frutales y hortalizas.
- El de números de módulos para el diseño del sistema de riego por goteo dio un total de 32 módulos, donde 12 módulos fueron para frutales con un área de 0,50 ha para cada uno y 20 módulos fueron para hortalizas con un área de 0,45 ha cada uno.
- Se establece que los módulos de pimiento tienen mayor demanda hídrica con un promedio de 27 m³/h con respecto a los demás módulos, debido a la densidad poblacional de estos, con distanciamientos de 0,45 m entre plantas y 1,10 m entre hileras.
- Se considera 12 horas de laborables para el riego, con un intervalo de riego de 4 días para frutales y 3 días para hortalizas.
- El proyecto presenta un resultado positivo en el VAN, un TIR mayor a la tasa de actualización y un Beneficio/Costo mayor a 1, por lo que se lo considera viable.
- El periodo de recuperación del capital del proyecto es de 8 años.

Bibliografía

1. FAO. (2011). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. julio 29 2015, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/i1688s.pdf>
2. ONU. (2011). Agua y agricultura en la economía verde. Julio 30 2015, de ONU Sitio web: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/green_economy_2011/pdf/info_brief_water_and_agriculture_spa.pdf
3. Jiménez, J. (2002). Manual práctico para El Cultivo de la Papaya Hawaiana. Agosto 3, 2015, de EARTH Sitio web: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90022688.pdf>
4. García, A. (2010). Guía técnica del cultivo de la papaya. Agosto 3 2015, de CENTA Sitio web: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PAPAYA.pdf>
5. Guzmán, G. (1998). Guía para el cultivo de la papaya. Agosto 3 2015, de MAG Costa Rica Sitio web: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_papaya.pdf
6. Morales, P. (1995). Cultivo de uva. Santo Domingo, República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc.
7. Hueso, J. (2012). Manejo y técnicas de cultivo de uva de mesa aspirena. España: Fundación Cajamar.
8. Puerto, O., Cabrera, C. & Herrera, C. (2006). Manual técnico del cultivo de uva en el Puerto de Huila. agosto 3 2015, de Gobernación del Huila, Secretaría de Agricultura y minería Sitio web: <http://huila.gov.co/documentos/M/manual%20tecnico%20de%20la%20uva%20en%20el%20Huila.pdf>
9. Galmarini, C. (2006). Manual del cultivo de la cebolla. Agosto 4 2015, de INTA Sitio web: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-del-cultivo-de-la-cebolla/>
10. Lardizabal, R. (2007). El cultivo de la cebolla. Agosto 4 2015, de MCA-Honduras/EDA Sitio web: http://www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Cebolla_06_07.pdf

11. Morató, M. (2003). Plagas, enfermedades y fisiopatías del cultivo de la cebolla. Agosto 4 2015, de Fondo Social Europeo Sitio web: <http://www.ivia.es/sdta/pdf/libros/n56.pdf>
12. Casaca, A. (2005). El cultivo del melón. Agosto 5 2015, de DICTA Sitio web: <http://www.dicta.hn/files/Melon,-2005.pdf>
13. Sarita, V. (1995). Cultivo de melón. Santo Domingo, República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc.
14. Dubón, R. (2006). Principales plagas del cultivo del melón y sus enemigos naturales. agosto 4, 2015, de Martín Urbina Chavarría Sitio web: <https://martinurbina.files.wordpress.com/2011/08/melon-plagas.pdf>
15. Colombo, M. H. (2002). manejo de enfermedades en cultivos protegidos de pimiento. Agosto 5 2015, de INTA Sitio web: http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-enfermedades-en-cultivos-protegidos-de-pimiento/at_multi_download/file/INTA%20-%20Manejo%20de%20enfermedades%20en%20cultivos%20protegidos%20de%20pimiento.pdf
16. CEDEPAS. (2003). Cultivos de pimientos y ajíes. Agosto 5 2015, de CEDEPAS Sitio web: http://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/Cultivo%20de%20Pimiento%20y%20Ajies%20Curso%20Audiovisual_0.pdf
17. Casilimas, C. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Agosto 5 2015, de UTADEO Sitio web: http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/manual_pimenton/files/assets/common/downloads/Manual%20de%20producci.pdf
18. Wyss, V., Correa, M. & Pascual, F. (2011). Cultivo de sandía. Agosto 6 2015, de INTA Sitio web: http://inta.gob.ar/documentos/cultivo-de-sandia/at_multi_download/file/INTA-Triptico-Cultivo-Sand%C3%ADa.pdf
19. Casaca, A. (2005). El cultivo de la sandía. agosto 6, 2015, de DICTA Sitio web: <http://www.dicta.hn/files/Sandia,-2005.pdf>
20. Gómez, A. & López, L. (2012). Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de sandía sin semilla. Agosto 6 2015, de IICA Sitio web: http://www.iica.int.ni/IICA_NICARAGUA/Proyectos/archivos_dvd_mottsa/Informe/Anexo s/A6_Tesinas_del_Diplomado/A6-15.pdf

21. Yanchapaxi, G., & Jaramillo, O. (1984). Estudio detallado de suelos del área de riego del proyecto San Vicente - PDRI Valdivia. Agosto 10 2015, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/field/009/ar757s/ar757s.pdf>
22. Ruíz, C. (2001). Diseño de un sistema de riego móvil por goteo. Agosto 15 2015, de [ESPOL](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4266/1/6786.pdf) Sitio web: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4266/1/6786.pdf>
23. Norero, A. (1984). *El agua y el aire en el suelo*. Mérida, Venezuela: CIDIAT.
24. Grassi, C. (1998). *Fundamentos de riego*. Mérida, Venezuela: ULA – CIDIAT.
25. Medina, S. J. (1993). *Riego por goteo*. Teoría y práctica. 3ra. Edición. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
26. Fuentes, Y. (1998). *Curso de riego para regantes*. Ediciones Mundi-Prensa.
27. Fernández, R. (2010). Manual de riego para agricultores: módulo 1. Fundamentos del riego. Agosto 2 2015, de Junta de Andalucía Sitio web: http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941Fundamento_del_riego_1.pdf

APÉNDICES

APÉNDICE A

Ficha técnica del cultivo de papaya

Nombre común: Papaya

Nombre científico: *Carica papaya L.*

Requerimientos climáticos: El cultivo de la papaya tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 21-33 °C. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 1500-2000 mm bien esparcidos durante todo el año, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La papaya es exigente en suelos fértiles, profundos y sueltos, que contengan un alto contenido de materia orgánica y no tengan problemas en drenaje. El pH puede variar entre los 6-7. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 1000 msnm. Necesita una humedad relativa de 60-80 % y recibir una luminosidad de 10 horas.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	110
P205	10
K2O	103
Ca	40
Mg	17
S	12

Principales plagas:

Nombre científico	Nombre común	Síntomas
<ul style="list-style-type: none">• <i>Toxotrypana curvicauda</i>	Mosca de la fruta	<ul style="list-style-type: none">• Exudación de látex en frutos• Caída de frutos
<ul style="list-style-type: none">• <i>Erinnys alope</i>	Gusano cachón	<ul style="list-style-type: none">• Defoliación de hojas• Baja producción
<ul style="list-style-type: none">• <i>Mizus persicae</i>• <i>Aphis sp</i>	Áfidos	<ul style="list-style-type: none">• Hojas encorvadas, arrugadas y deformes

Principales enfermedades:

Agente causal	Nombre común	Síntomas
<i>Pythium sp</i> <i>Phytophthora sp</i> <i>Rhizoctonia sp</i>	Pudrición de las plántulas en vivero	<ul style="list-style-type: none">• Estrangulamiento en la base del tallo• Manchas acuosas en el tallo• Amarillamiento en plantas
<i>Oidium sp</i>	Mildiu o añublo polvoriento	<ul style="list-style-type: none">• Manchas amarillas en hojas con polvo blanco• Crecimiento blanco polvoroso en el envés• Caída de frutos
<i>Colletotrichum sp</i>	Antracnosis	<ul style="list-style-type: none">• Manchas oscuras circulares en frutos• Manchas acuosas en el follaje
<i>Phytophthora sp</i>	Marchitez de la planta	<ul style="list-style-type: none">• Crecimiento reducido• Muerte de raíces absorbentes• Amarillamiento en plantas
<i>VMAP-p</i>	Virus de la mancha anular del papayo	<ul style="list-style-type: none">• Hojas superiores presentan clorosis• Manchas circulares en tallos• Manchas en forma de anillo en frutos• Poco desarrollo de hojas

Cosecha: La cosecha empieza al octavo mes, se recomienda la cosecha cuando la parte inferior del fruto esté cambiando de verde a amarillo.

Fuente: (Jiménez, 2002), (García, 2010), (Guzmán,1998).

APÉNDICE B

Ficha técnica del cultivo de uva

Nombre común: Uva

Nombre científico: *Vitis vinifera* Linn

Requerimientos climáticos: El cultivo de la uva tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 10-26 °C. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 300-600 mm bien esparcidos durante la etapa vegetativa, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La uva se adapta a cualquier tipo de suelos, que contengan un contenido de materia orgánica de pobre a medio y no tengan un elevado poder de infiltración. El pH puede variar entre los 6-7. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 100-1500 msnm. Necesita una humedad relativa de 70-80 % y recibir una luminosidad de 12 horas para obtener dos cosechas anuales.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	135
P205	45
K2O	150
Ca	150
Mg	45
S	25

Cosecha: La cosecha empieza el decimotercer mes, pero estas no de la calidad necesaria para exportación, hasta llegar al cuarto año.

Fuente: (Morales, 1995), (Hueso, 2012,), (Puerto, 2006).

APÉNDICE C

Ficha técnica del cultivo de cebolla

Nombre común: Cebolla

Nombre científico: *Allium cepa*

Requerimientos climáticos: El cultivo de la cebolla tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 14-32 °C. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 500-1200 mm bien esparcidos durante todo su ciclo, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La papaya es exigente en suelos fértiles, profundos y sueltos, que contengan un alto contenido de materia orgánica y no tengan problemas en drenaje. El pH puede variar entre los 6-7. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 1800 msnm. Necesita una humedad relativa de 50-70 % y recibir una luminosidad de 8-10 horas.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	144
P205	134
K2O	223
Ca	133
Mg	48
S	49

Principales plagas:

Nombre científico	Nombre común	Síntomas
<i>Thrips tabaci</i>	Trips	<ul style="list-style-type: none">• Manchas o rayas plateadas que brillan con el sol• Amarillamiento de hojas
<i>Spodoptera sp</i> <i>Noctuidae sp</i>	Lepidópteros	<ul style="list-style-type: none">• Larvas barrenan las hojas• Orugas penetran en el interior de las hojas• Hojas atacadas se tornan blanquecinas
<i>Hylemia antiqua</i>	Mosca de la cebolla	<ul style="list-style-type: none">• Atacan flores y órganos verdes

Principales enfermedades:

Agente causal	Nombre común	Síntomas
<i>Alternaria porri</i>	Alternaria	<ul style="list-style-type: none">• Manchas blancas hundidas en hojas• Pudrición en el cuello
<i>Pernospora destructor</i>	Mildiu lanoso	<ul style="list-style-type: none">• Plantas amarillas• Hojas viejas con esporas de color gris
<i>Puccinia porri</i>	Roya de la cebolla	<ul style="list-style-type: none">• Manchas claras amarillas en hojas• Marchitamiento de la planta
<i>Botrytis sp</i>	Botrytis	<ul style="list-style-type: none">• Produce moho gris en hojas o bulbo
<i>Fusarium oxisporum</i>	Marchitez o fusariosis	<ul style="list-style-type: none">• Amarillamiento del follaje• Ablandamiento en la base del bulbo• Pudrición de raíces

Cosecha: La cosecha empieza a los 100 días después del trasplante.

Fuente: (Galmarini, 2006), (Lardizábal, 2007), (Morató, 2003).

APÉNDICE D

Ficha técnica del cultivo de melón

Nombre común: Melón

Nombre científico: *Cucumis melo*

Requerimientos climáticos: El cultivo de la cebolla tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 20-28 °C. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 500-600 mm bien esparcidos durante todo su ciclo, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La papaya es exigente en suelos fértiles, profundos y sueltos, que contengan un alto contenido de materia orgánica y no tengan problemas en drenaje. El pH puede variar entre los 6-7. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 500 msnm. Necesita una humedad relativa de 60-75 % y recibir una luminosidad de 8-10 horas.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	140
P205	70
K2O	260
Ca	100
Mg	50

Principales plagas:

Nombre científico	Nombre común	Síntomas
<i>Liriomyza sativae</i>	Minador de la hoja	<ul style="list-style-type: none">• Formación de minas y galerías en hojas
<i>Bemisia tabaci</i>	Mosca blanca	<ul style="list-style-type: none">• Amarillamiento de hojas• Vector de virus
<i>Myzus persicae</i>	Áfidos	<ul style="list-style-type: none">• Las hojas se encorvan• Salida de savia en picaduras• Vector de virus

Principales enfermedades:

Agente causal	Nombre común	Síntomas
<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Mldiu	<ul style="list-style-type: none">• Manchas amarillas en hojas• Hojas cubiertas de moho blanco• Defoliación en plantas
<i>Alternaria cucumerina</i>	Tizón temprano	<ul style="list-style-type: none">• Manchas marrón en las hojas• Defoliación en plantas• Manchas deprimidas en frutos
<i>Fusarium sp</i>	Marchitamiento	<ul style="list-style-type: none">• Pudrición de semillas en el suelo• Hojas marchitas y arrugadas• Necrosis en raíces
<i>Botrytis cinerea</i>	Pudrición del fruto	<ul style="list-style-type: none">• Pudrición del fruto
CMV	Mosaico del pepino	<ul style="list-style-type: none">• Amarillamiento en hojas• Deformación en hojas y frutos

Cosecha: La cosecha empieza a los 120 días después del trasplante.

Fuente: (Casaca, 2005), (Sarita, 1995), (Dubón, 2006).

APÉNDICE E

Ficha técnica del cultivo de pimiento

Nombre común: Pimiento

Nombre científico: *Capcicum annum*

Requerimientos climáticos: El cultivo de la cebolla tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 20-26 °C. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 600-1200 mm bien esparcidos durante todo su ciclo, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La papaya es exigente en suelos fértiles, profundos y sueltos, que contengan un alto contenido de materia orgánica y no tengan problemas en drenaje. El pH puede variar entre los 5,5-7. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 1500 msnm. Necesita una humedad relativa de 50-70 % y recibir una luminosidad de 6-8 horas.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	200
P205	120
K2O	255
Ca	65
Mg	40
S	124

Principales plagas:

Nombre científico	Nombre común	Síntomas
<i>Spodoptera sp</i>	Gusano soldado	<ul style="list-style-type: none">• Perforación de flores y frutos• Pudrición y caída de frutos
<i>Prodiplosis longifila</i>	Mosquilla de los brotes	<ul style="list-style-type: none">• Huevos en brotes terminales• Pudrición y caída de frutos
<i>Bemisia tabaci</i>	Mosca blanca	<ul style="list-style-type: none">• Clorosis en planta• Transmite virus

Principales enfermedades:

Agente causal	Enfermedad	Síntomas
<i>Pythium sp</i> <i>Phytophthora sp</i> <i>Rhizoctonia sp</i>	Damping-off	<ul style="list-style-type: none"> • Pudrición de la base del tallo • Semillas sin germinar en suelos infectados
<i>Colletotrichum spp</i>	Antracnosis	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas oscuras circulares en frutos
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitez fusariana	<ul style="list-style-type: none"> • Clorosis en márgenes de las hojas viejas • Lesiones necróticas en la base del tallo
<i>Ralstonia solanacearum</i> <i>Pseudomonas solanacearum</i>	Marchitamiento bacterial	<ul style="list-style-type: none"> • Flacidez en hojas • Marchitamiento de la planta • Exudado grisáceo al cortar el tallo
<i>Xanthomonas campestris</i>	Mancha bacteriana	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas acuosas con margen amarillo • Formación de Pústulas en el tallo • Pérdidas de hojas inferiores
<i>Phytophthora capsici</i>	Seca o tristeza del pimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Marchitez en hojas • Pudrición del fruto o raíz
TMV	Virus del mosaico del tabaco	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas moteadas en verde oscuro en hojas • Frutos pequeños de forma irregular • Deformación en hojas

Cosecha: la cosecha empieza desde los 200-120 días después del trasplante.

Fuente: (Colombo, 2002), (CEDEPAS, 2003), (Casilimas, 2012).

APÉNDICE F

Ficha técnica del cultivo de sandía

Nombre común: Sandía

Nombre científico: *Citrullus lanatus*

Requerimientos climáticos: El cultivo de la sandía tiene un crecimiento óptimo en temperaturas entre 20-30 °. Las necesidades hídricas del cultivo están entre los 800-1200 mm bien esparcidos durante todo su ciclo, en caso de no satisfacer dicha demanda, será necesaria la utilización de un sistema de riego. La sandía es exigente en suelos fértiles, profundos y sueltos, que contengan un alto contenido de materia orgánica y no tengan problemas en drenaje. El pH puede variar entre los 5-6,8. Se lo puede cultivar a distintas elevaciones sin mermar en la producción, hasta los 400 msnm. Necesita una humedad relativa de 60-80 % y recibir una luminosidad de 8-9 horas.

Requerimientos nutricionales:

Elemento	Kg/ha
N	200
P205	150
K2O	300
Mg	30

Principales plagas:

Nombre científico	Nombre común	Síntomas
<i>Bemisia tabaci</i>	Mosca blanca	<ul style="list-style-type: none">• Manchas cloróticas en hojas• Vector de virus
<i>Liriomyza sp</i>	Minador de la hoja	<ul style="list-style-type: none">• Formación de minas y galerías en hojas
<i>Tetranychus sp</i>	Ácaros	<ul style="list-style-type: none">• Manchas o puntos amarillos en el haz• Ataques empiezan en hojas viejas
<i>Myzus persicae</i> <i>Aphis gossypii</i>	Áfidos	<ul style="list-style-type: none">• Las hojas se encorvan• Salida de savia en picaduras• Vectores de virus

Principales enfermedades:

Agente causal	Enfermedad	Síntomas
<i>Phytium sp</i> <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium sp</i>	Damping off	<ul style="list-style-type: none"> • Estrangulamiento en la base del tallo • Manchas acuosas en el tallo • Amarillamiento en plantas
<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Ceniza u Oidio	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas blancas en las hojas • Amarillamiento en tallos y hojas
<i>Didymella bryoniae</i>	Chancro gomoso	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas cafés en plántulas • Lesión beige en el tallo • Exudaciones gomosas cerca de lesiones
<i>Fusarium oxysporum</i>	Marchitez	<ul style="list-style-type: none"> • Marchitamiento en el cuello de la raíz • Muerte o plantas subdesarrolladas • Amarillamiento de la planta
<i>Wmv – 2</i>	Virus del mosaico de la sandía	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillamiento en forma de mosaico en hojas • Deformaciones en las hojas • Deformaciones de frutos

Cosecha: La cosecha se realiza a partir de los 71-80 días después de trasplante hasta los 92-100 días.

Fuente: (Wyss, 2011), (Casaca, 2005), (Gómez, 2012).

APÉNDICE G

Fórmula para el cálculo de la evapotranspiración de referencia

$$E_{To} = p(0,46 * T_{prom} + 8)$$

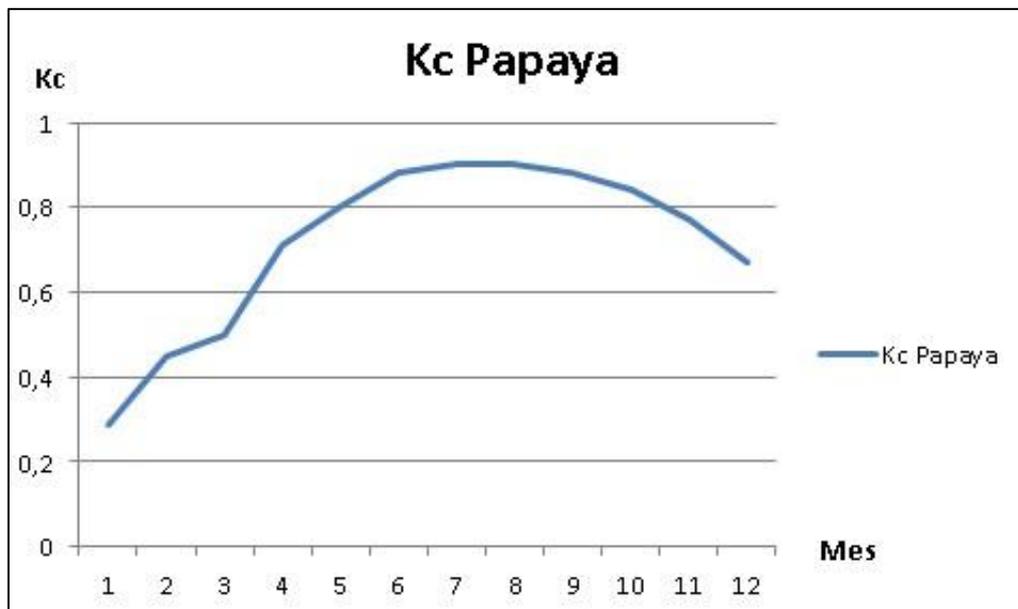
E_{to} = Evapotranspiración de referencia [mm/día]

p = porcentaje de horas diarias de luz [%]

T_{prom} = Temperatura promedio mensual [°C]

APÉNDICE H
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de papaya

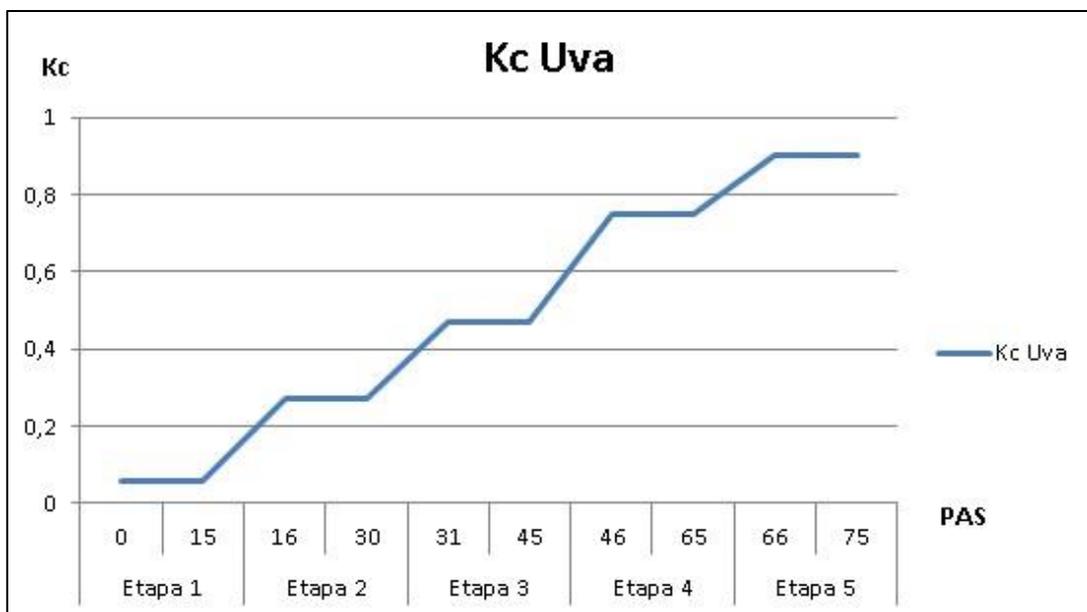
Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
0,29	0,45	0,5	0,71	0,8	0,88	0,9	0,9	0,88	0,84	0,77	0,67



APÉNDICE I
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de uva

Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4		Etapa 5	
PAS 0	PAS 15	PAS 16	PAS 30	PAS 31	PAS 45	PAS 46	PAS 65	PAS 67	PAS 75
0,06		0,27		0,47		0,75		0,9	

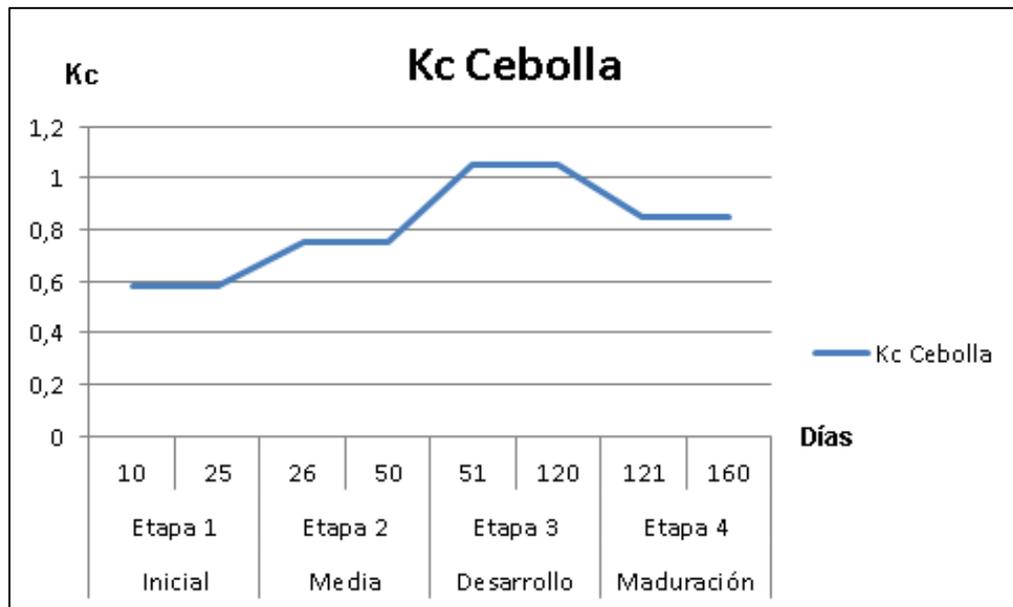
PAS = Porcentaje de Área de Sombra



APÉNDICE J
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de cebolla

Inicial		Media		Desarrollo		Maduración	
Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4	
10 dds	25 dds	26 dds	50 dds	51 dds	120 dds	121 dds	160 dds
0,58		0,75		1,05		0,85	

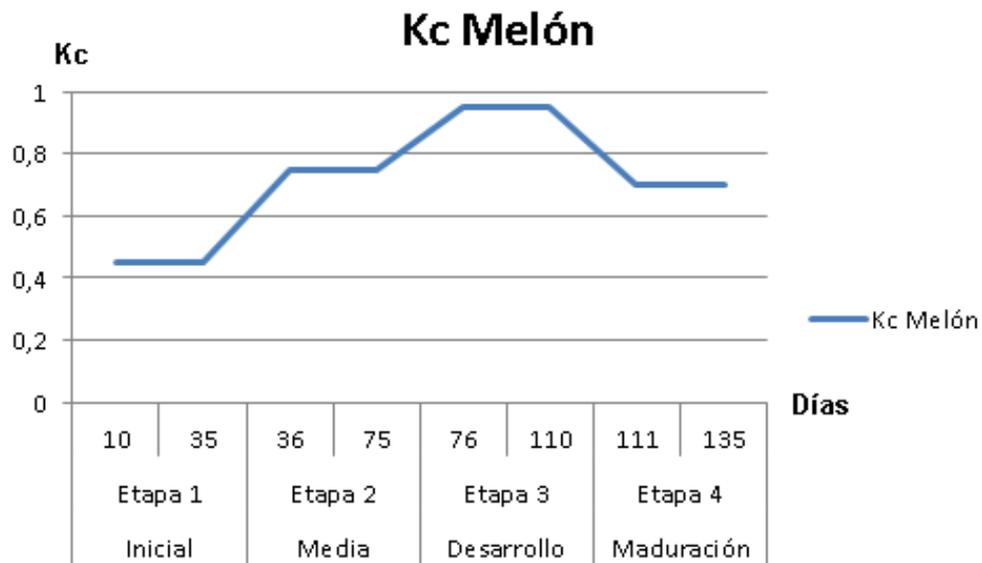
dds = días después de siembra



APÉNDICE K
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de melón

Inicial		Media		Desarrollo		Maduración	
Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4	
10 dds	35 dds	36 dds	75 dds	76 dds	110 dds	111 dds	135 dds
0,45		0,75		0,95		0,7	

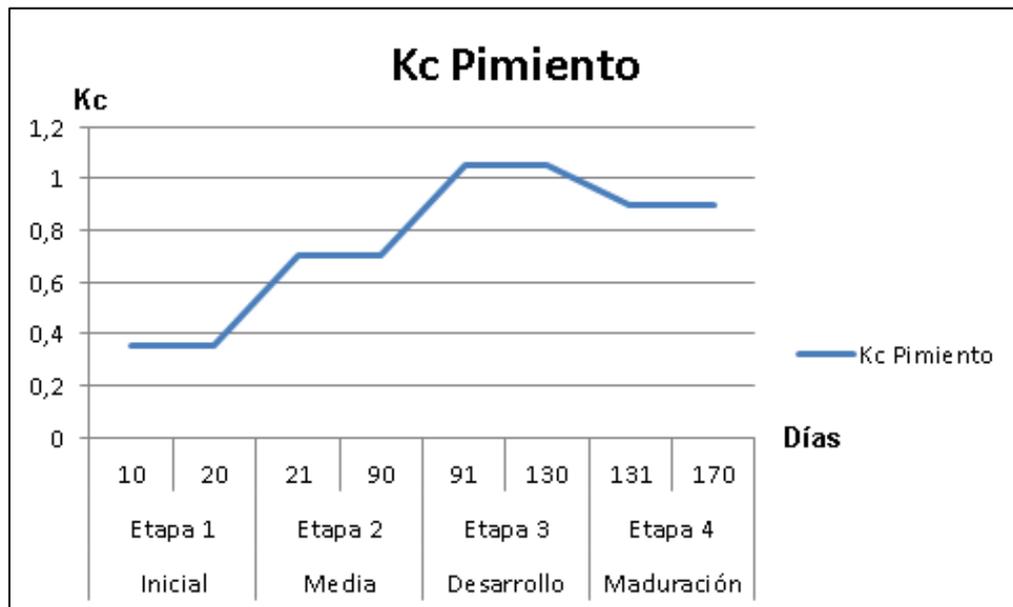
dds = días después de siembra



APÉNDICE L
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de pimiento

Inicial		Media		Desarrollo		Maduración	
Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4	
10 dds	20 dds	21 dds	90 dds	97 dds	130 dds	131 dds	170 dds
0,35		0,7		1,05		0,9	

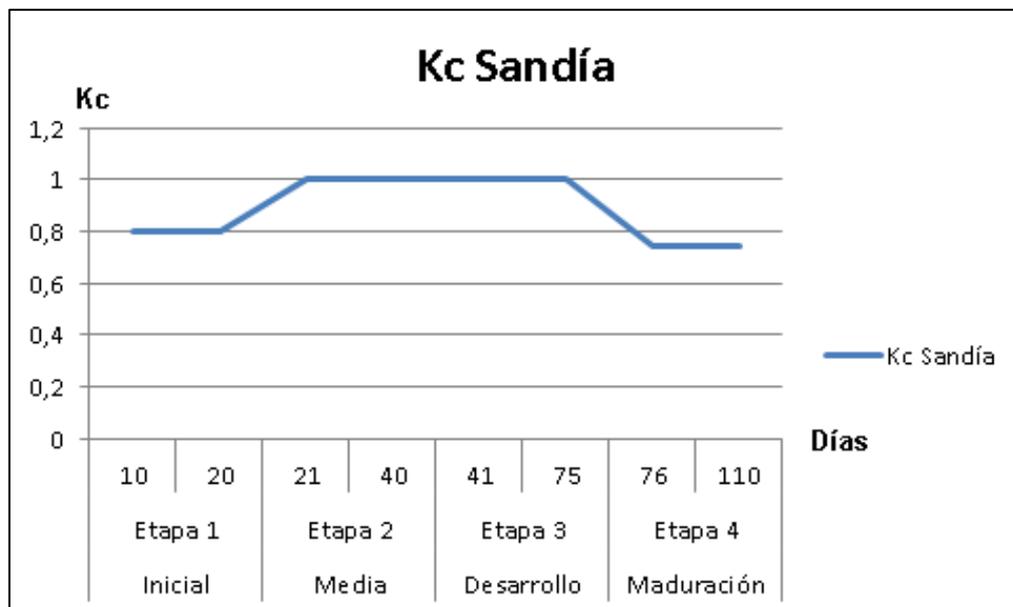
dds = días después de siembra



APÉNDICE M
Tabla y gráfico de Kc para el cultivo de sandía

Inicial		Media		Desarrollo		Maduración	
Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3		Etapa 4	
10 dds	20 dds	21 dds	40 dds	41 dds	75 dds	76 dds	110 dds
0,80		1,00		1,00		0,74	

dds = Días Después de Siembra



APÉNDICE N
Datos teóricos del suelo

DATOS DEL SUELO		
Textura	Franco-arcilloso	
HCc	27,00	%
HPmp	13,00	%
Peso específico aparente P_{ea}	1,35	g/cm³
Peso específico del agua P_{ew}	1	g/cm³
Velocidad de infiltración básica IB	8,8	mm/h

APÉNDICE O

Fórmulas para el cálculo del diseño agronómico

1. Lámina de agua disponible

$$\mathbf{LDzr} = [\mathbf{HCc} - \mathbf{HPm}] * \left[\frac{\mathbf{Pea}}{\mathbf{Pew}} \right] * \mathbf{zr} * 10$$

Donde:

LDzr = Lámina de agua disponible, a la profundidad radicular efectiva [mm/zr]

HCc = Contenido de humedad, a capacidad de campo a base del peso seco del suelo [%ws]

HPm = Contenido de humedad, en el punto de marchitez permanente, a base del peso seco del suelo [%ws]

Pea = Peso específico del suelo [g/cm³]

Pew = Peso específico del agua [g/cm³]

zr = Profundidad radicular efectiva del cultivo [m]

el factor 10 convierte los datos a [mm/zr] [a la profundidad radicular efectiva]

2. Volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva

$$\mathbf{VDzr} = \mathbf{LDzr} * 10$$

Donde:

VDzr = Volumen de agua disponible, a la profundidad radicular efectiva [m³/Ha/zr].

LDzr = Lámina de agua disponible, a la profundidad radicular efectiva [mm/zr].

El factor 10 convierte mm/zr a m/Ha/zr.

3. Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva.

$$\mathbf{LAzr} = \frac{\mathbf{LDzr} * \mathbf{Pa}}{100}$$

Donde:

LAzr = Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva [mm/zr].

LDzr = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva [mm/zr].

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo [%].

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

4. Diámetro del bulbo

$$db = \left[\frac{qe}{0,785 * I} \right]^{1/2}$$

Donde:

db = Diámetro del bulbo humedecido [m]

qe = Caudal del emisor [lt/h]

I = Velocidad de infiltración [mm/h], [lt/h]

$\frac{1}{4} \pi = 0.785$

5. Porcentaje del área bajo riego, por planta

$$Parp = \frac{100 * 0,785 * Nep * db^2}{dp * Dh} * \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Donde:

Parp = Porcentaje del área bajo riego, por planta [%]

db = Diámetro de cobertura del emisor [m]

Nep = Número de emisores por planta [-]

dp = Distancia entre plantas contiguas sobre la hilera [m]

dh = Distancia entre hileras contiguas [m]

α = Ángulo cubierto por el emisor [$^\circ$]

$\alpha = 360^\circ$ para goteros y emisores comunes

$\alpha < 360^\circ$ para emisores sectoriales

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

6. Verificación y ajuste del %del área bajo riego

$$Parp \leq MxAR$$

$$Parp \geq MiAR$$

Donde:

Parp = Porcentaje calculado del área bajo riego, por planta [%]

MxAR = Máximo porcentaje del área bajo riego [%]

MiAR = Mínimo porcentaje del área bajo riego [%]

7. Precipitación horaria del sistema de riego

$$PPhr = \frac{qe * 100}{de * dl * Parp}$$

Donde:

PPhr = Precipitación horaria del sistema de riego [mm/h]

qe = Caudal del emisor [lt/h]

de = Distancia entre emisores contiguos sobre el lateral [m]

dl = Distancia entre laterales contiguos [m]

Parp = Porcentaje del área bajo riego, por planta [%]

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

8. Verificación de precipitación del sistema de riego

$$PPhr \leq I$$

Donde:

PPhr = Precipitación horaria efectiva [mm/h]

I = Velocidad de Infiltración básica [mm/h]

9. Intervalo de riego

$$Ir = \frac{LAzr * Parp}{ETc * 100}$$

Donde:

Ir = Intervalo de riego [días]

LAzr = Lámina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva [mm/zr]

Parp = Porcentaje del área bajo riego, por planta [%]

ETc = Consumo diario del cultivo

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

10. Intervalo de riego ajustado

$$Ir(aj) = \text{INTEGRO } [Ir]$$

Donde:

Ir(aj) = Intervalo de riego ajustado [días]

Ir = Intervalo de riego [días]

El intervalo de riego ajustado es \leq a Ir

11. Ciclo de Riego

$$Cr = Ir(aj) - dp$$

Donde:

Cr = Ciclo de riego [días/ciclo]

Ir (aj) = Intervalo de riego ajustado [días]

dp = Días de paro [días]

12. Láminas de riego ajustado

$$LR(aj) = \frac{Ir * ETc * 100}{Parp}$$

Donde:

LR (aj) = Lámina de riego ajustada [mm]

Ir (aj) = Intervalo de riego ajustado [días]

ETc = Evapotranspiración del cultivo [mm/día]

Parp = Porcentaje del área bajo riego, por planta [%]

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

13. Comparación de Lámina de riego ajustado con la máxima lámina de agua aprovechable

$$LR(aj) \leq Lazr$$

14. Porcentaje de agua aprovechada, ajustado

$$Pa(aj) = \frac{LR(aj) * 100}{LDzr}$$

Donde:

Pa (aj) = Porcentaje de agua aprovechada, ajustado [%]

LR (aj) = Lámina de riego ajustada [mm]

LDzr = Lámina de agua disponible en la zona radicular efectiva [mm/zr]

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

15. Comparación de máximo porcentaje aprovechable sugerido de acuerdo a ETo y al cultivo con el porcentaje de agua aprovechada, ajustado

$$Pa(aj) \leq Pa$$

Donde:

Pa(aj) = Porcentaje de agua aprovechado, ajustado [%]

Pa = Máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo [%]

16. Lámina bruta

$$LB = \frac{LR(aj) * 100}{Ef}$$

Donde:

LB = Lámina bruta [mm]

LR (aj) = Lámina de riego ajustada [mm]

Ef = Eficiencia del sistema de riego [%]

El factor 100 convierte el porcentaje a fracción decimal

17. Dosis de riego bruta por área

$$DB = \frac{LB * Parp}{10}$$

Donde:

DB = Dosis bruta [m³/Ha bruta]

LB = Lámina bruta [mm] = [lt/m²]

Parp = Porcentaje del área bajo riego, por planta [%]

El factor 10 convierte la lámina a [m³/Ha]

18. Horas de riego por turno

$$Ht = \frac{LB}{PPhr}$$

Donde:

Ht = Horas de riego por turno [horas/turno]

LB = Lámina bruta [mm]

PPhr = Precipitación horaria del sistema de riego [mm/h]

19. Máximo número de turnos de riego diarios

$$Td = \text{INTEGRO} \left[\frac{Hm}{Ht} \right]$$

Donde:

Td = Turnos por día [turnos/día]

Hm = Horas de riego, máximas diarias [horas/día]

Ht = Horas de riego por turno [horas/turno]

20. Horas de riego por día

$$\mathbf{Hd = Td * Ht}$$

Donde:

Hd = Horas de riego diarias [horas/día]

Td = Turnos por día [turnos/día]

Ht = Horas de riego por turno [horas/turno]

21. Horas de riego por ciclo

$$\mathbf{Hc = Cr * Hd}$$

Donde:

Hc = Horas de riego por ciclo [horas/ciclo]

Cr = Ciclo de riego [días/ciclo]

Hd = Horas de riego diarias [horas/día]

22. Número de turnos por ciclo

$$\mathbf{Tc = Cr * Td}$$

Donde:

Tc = Turnos de riego por ciclo [turnos/ciclo]

Cr = Ciclo de riego [días/ciclo]

Td = Turnos por día [turnos/día]

23. Superficie bajo riego por turno

$$\mathbf{St = \frac{Sr}{Tc}}$$

Donde:

St = Superficie bajo riego por turno [Ha/turno]

Sr = Superficie total de riego por ciclo [Ha/ciclo]

Tc = Turnos de riego por ciclo [turnos/ciclo]

24. Dosis de riego bruta por turno

$$DBt = St * DB$$

Donde:

DBt = Dosis bruta por turno [m³/turno]

St = Superficie por turno de riego [Ha/turno]

DB = Dosis bruta [m³/Ha]

25. Caudal requerido

$$Qr = \frac{DBt}{Ht}$$

Donde:

Qr = Caudal requerido [m³/hora]

DBt = Dosis bruta por turno [m³/turno]

Ht = Horas de riego por turno [horas/turno]

26. Número de emisores por turno

$$Emt = \frac{Qr * 1000}{qe}$$

Donde:

Emt = Emisores por turno de riego [e/turno]

Qr = Caudal requerido [m³/hora]

qe = Caudal del emisor [lt/h]

El factor 1000 corrige las unidades del volumen

27. Volumen bruto por ciclo de riego

$$VBc = DBt * Tc$$

Donde:

VBc = Volumen bruto por ciclo [m³/ciclo]

DBt = Dosis bruta por turno [m³/turno]

Tc = Turnos de riego por ciclo [turnos/ciclo]

28. Caudal específico

$$Q_e = \frac{Q_r}{A}$$

Donde:

Qe = Caudal específico [m³/hora/Ha]

Qr = Caudal requerido [m³/hora]

A = Área bruta total de la parcela [Ha]

APÉNDICE P
Fórmula para el cálculo del diseño físico

1. Superficie neta del módulo

$$S_{nm} = \frac{S_r}{T_c}$$

Donde:

S_{nm} = Superficie neta del módulo [ha/turno]

S_r = Área Neta [ha]

T_c = Número de turnos por ciclo [turnos/ciclo]

2. Precipitación horaria de riego del diseño.

$$P_{hrd} = \frac{q_e}{d_e * d_h} * 10$$

Donde:

P_{hrd} = Precipitación horaria de riego del diseño [m³/h/ha]

q_e = Caudal del emisor [lt/h]

d_e = Distancia entre emisores [m]

d_h = Distancia entre hileras [m]

3. Superficie del modulo

$$S_{rm} = \frac{Q_{val}}{P_{hrd}}$$

Donde:

S_{rm} = Superficie real del módulo [ha]

Q_{val} = Caudal de la válvula [m³/h]

P_{hrd} = Precipitación horaria de riego del diseño [m³/h/ha]

4. Número de módulos en funcionamiento

$$N_{mfs} = \frac{S_{nm}}{S_{rm}}$$

Donde:

N_{mfs} = Número de módulos en funcionamiento [módulos]

S_{nm} = Superficie neta del módulo [ha/turno]

Srm = Superficie real del módulo [ha]

5. Superficie neta real del módulo

$$Srmc = \frac{Snm}{Nmfs(aj)}$$

Donde:

Srmc = Superficie neta real del módulo [ha]

Snm = Superficie neta del módulo [ha/módulo]

Nmfs(aj) = Número de módulos en funcionamiento [módulos]

6. Número total de módulos en funcionamiento

$$Ntm = \frac{Sr}{Srmc}$$

Donde:

Ntm = Número total de módulos en funcionamiento [módulos]

Sr = Área neta [ha]

Srms = Superficie neta real del módulo [ha]

7. Caudal del modulo

$$Qm = Srmc * Phrd$$

Donde:

Qm = Caudal del módulo [m³/h/ha]

Srmc = Superficie neta real del módulo [ha]

Phrd = Precipitación horaria de riego del diseño [m³/h/ha]

8. Número real de módulos en funcionamiento simultáneo.

$$Nrmfs = \frac{Ntm}{Tc}$$

Donde:

Nrmfs = Número real de módulos en funcionamiento simultáneo [-]

Ntm = Número total de módulos en funcionamiento [módulos]

Tc = Número de turnos por ciclo [turnos/ciclo]

APÉNDICE Q
Tabla Factor de Christiansen

n	$l_0 = 1$					n	$l_0 = 1/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,338	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,340
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,339
35	0,378	0,371	0,356	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335	-	-	-	-	-	-
>300	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333	-	-	-	-	-	-

n = Número de salidas

$\beta=1,75$ Blasius, Cruciani-Margaritora

$\beta=1,786$ Scimemi

$\beta=1,80$ Iso, Veronese-Daite

$\beta=1,85$ Hazen-Williams

$\beta=1,90$ Scobey

$\beta=2,00$ Manning, Darcy-Weisbach

En la práctica se toma los siguientes valores de β :

$\beta=1,75$ para tuberías de PE

$\beta=1,80$ para tubería de PVC

$\beta=1,85-1,90$ para tubería de aluminio

APÉNDICE R
Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales

Material	C
PVC	150
Acero	140
Asbesto Cemento	135
Hormigón Vibrado	130
Plástico Corrugado	125
Polietileno	120

APÉNDICE S

Fórmulas para el cálculo del diseño hidráulico de laterales

1. Número de emisores

$$N^{\circ} e = \frac{Ll}{de}$$

Donde:

N° e = Número de emisores [emisores]

Ll = Longitud de la lateral [m]

de = Distancia entre emisores [m]

2. Longitud real de la lateral

$$Lr\ lat = (N^{\circ} e * de) - \frac{de}{2}$$

Donde:

Lr lat = Longitud real de la lateral [m]

N° e = Número de emisores [emisores]

de = Distancia entre emisores [m]

3. Caudal de la lateral

$$Q\ lat = N^{\circ} e * qe$$

Donde:

Q lat = caudal de la lateral [lt/h]

N° e = Número de emisores [emisores]

qe = Caudal del emisor [lt/h]

4. Número de Reynolds

$$IRe = (352,64) * \frac{Q\ lat}{Di}$$

Donde:

IRe = Número de Reynolds [-]

Q lat = Caudal de la lateral [lt/h]

Di = Diámetro interno [mm]

5. Ecuación de Blasius para régimen crítico y turbulento liso

$$J = 0,473 * (Di)^{-4,75} * (Q \text{ lat})^{1,75}$$

Donde:

J = Ecuación de Blasius para régimen crítico y turbulento liso [m/m]

Di = Diámetro interno [mm]

Q lat = Caudal de la lateral [lt/h]

6. Perdidas de carga de la lateral

$$Hf \text{ lat} = J * Lr \text{ lat} * FC$$

Donde:

Hf lat = Perdidas de carga de la lateral [m.c.a.]

J = Ecuación de Blasius para régimen crítico y turbulento liso [m/m]

Lr lat = Longitud real de la lateral [m]

FC = Factor Christiansen [-]

7. Coeficiente de uniformidad

$$CU = \frac{1 - 1,27 * CV}{(N^{\circ} e)^{1/2}}$$

Donde:

CU = Coeficiente de uniformidad [-]

CV = Coeficiente de variación del emisor [-]

N° e = Número de emisores [emisores]

8. Caudal mínimo

$$q_{ns} = \frac{CU * q_a}{1 - \frac{1,27 * CV}{(N^{\circ} e)^{1/2}}}$$

Donde:

q_{ns} = Caudal mínimo [lt/h]

CU = Coeficiente de uniformidad [-]

q_a = Caudal medio [lt/h]

CV = Coeficiente de variación del emisor [-]

N° e = Número de emisores [emisores]

9. Presión mínima del módulo

$$h_{ns} = h_a * \left(\frac{q_{ns}}{q_a}\right)^{1/x}$$

Donde:

h_{ns} = Presión mínima del módulo [m.c.a.]

h_a = Presión media del emisor [m.c.a.]

q_{ns} = Caudal mínimo [lt/h]

q_a = Caudal medio [lt/h]

x = Exponente de descarga [-]

10. Tolerancia de presiones del módulo

$$\Delta Hm = 2,5 (h_a - h_{ns})$$

Donde:

ΔHm = Tolerancia de presiones del módulo [m.c.a.]

h_a = Presión media del emisor [m.c.a.]

h_{ns} = Presión mínima del emisor [m.c.a.]

11. Tolerancia de presiones de la lateral

$$\Delta HL = \frac{1}{2} * \Delta Hm$$

Donde:

ΔHL = Tolerancia de presiones de la lateral [m.c.a.]

ΔHm = Tolerancia de presiones del módulo [m.c.a.]

Diagrama de presiones

12. Presión inicial en la lateral

$$h_e = h_a + \frac{3}{4} (Hf \text{ lat}) + \Delta \text{elevador} \pm \left(\frac{\Delta z}{2}\right)$$

Donde:

h_e = Presión inicial en la lateral [m.c.a.]

h_a = Presión media del emisor [m.c.a.]

$Hf \text{ lat}$ = Perdidas de carga de la lateral [m.c.a.]

$\Delta_{elevador}$ = elevación del emisor [m]

Δz = Diferencia de elevación en el módulo [m]

13. Presión final en la lateral

$$h_d = h_a + \frac{1}{4} (Hf_{lat}) + \Delta_{elevador} \pm \left(\frac{\Delta z}{2}\right)$$

Donde:

h_e = Presión inicial en la lateral [m.c.a.]

h_a = Presión media del emisor [m.c.a.]

Hf_{lat} = Pérdidas de carga de la lateral [m.c.a.]

$\Delta_{elevador}$ = elevación del emisor [m]

Δz = Diferencia de elevación en el módulo [m]

14. Comprobación

$$hf = (h_e - h_d) - (\pm \Delta z)$$

$$\Delta Hl - \Delta z > \Delta fL$$

15. Pérdidas de carga de la lateral (Hazen – Williams)

$$HfL = 1,131 * 10^9 * \left(\frac{Q}{C}\right)^m * Di^{-4,872} * Lr_{lat} * FC$$

Donde:

HfL = Pérdidas de carga de la lateral [m.c.a.]

Q_{lat} = caudal de la lateral [m³/h]

C = Coeficiente de Hazen – Williams [-]

Di = Diámetro interno [mm]

Lr_{lat} = Longitud [m]

FC = Factor Christiansen [-]

APÉNDICE T
Fórmulas para el cálculo del diseño hidráulico de terciarias

1. Número de laterales

$$N^{\circ} \text{ lat} = \frac{\text{Long terc}}{dl} * N^{\circ} \text{ lados}$$

Donde:

N° lat = Número de laterales [laterales]

Long. terc = Longitud de la terciaria [m]

dl: espaciamiento entre laterales [m]

2. Longitud real de la terciaria

$$Lr \text{ Terc} = (N^{\circ} \text{ lat} * dl) - \frac{dl}{2}$$

Donde:

Lr Terc = Longitud real de la terciaria [m]

N° lat = Número de laterales [laterales]

dl = Espaciamiento entre laterales [m]

3. Caudal de la terciaria

$$Q \text{ terc} = N^{\circ} \text{ lat} * Q \text{ lat}$$

Donde:

Q terc = Caudal de la terciaria [m³/h]

N° lat = Número de laterales [laterales]

Q lat = Caudal de la lateral [m³/h]

4. Tolerancia de presiones terciarias

$$\Delta HT = \Delta Hm - hfl$$

Donde:

ΔHT = Tolerancia de presiones [m.c.a.]

ΔHm = Tolerancia de presiones del sector o módulo [m.c.a.]

hfl = Pérdidas de carga de la lateral [m.c.a.]

5. Pérdidas de cargas ocasionadas por la pendiente

$$h_{fp} = \Delta HT - \Delta z$$

Donde:

h_{fp} = Pérdidas de cargas ocasionadas por la pendiente [m.c.a.]

ΔHT = Tolerancia de presiones [m.c.a.]

Δz = Diferencia de elevación en el módulo [m]

6. Diámetro exacto

$$D \text{ exacto} = \left[1,131 * 10^9 * \left(\frac{Q \text{ ter}}{C} \right)^{1,75} * Lr \text{ ter} * \frac{FC}{\Delta h_{fp}} \right]^{\frac{1}{4,782}}$$

Donde:

D exacto = Diámetro exacto de la lateral [mm]

Q ter = Caudal de la terciaria [m³/h]

C = Coeficiente de Hazen-Williams [-]

Lr ter = Longitud real de la terciaria [m]

FC = Factor de Christiansen [-]

Δh_{fp} = Pérdida de carga ocasionada por la pendiente [m.c.a.]

7. Pérdidas de carga de la terciaria (Hazen-Williams)

$$H_{fter} = 1,131 * 10^9 * \left(\frac{Q_{ter}}{C} \right)^{1,75} * Di^{-4,872} * Lr_{ter} * FC$$

Donde:

H_{fter} = Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]

Q_{ter} = Caudal de la terciaria [m³/h]

C = Coeficiente de Hazen-Williams [-]

Di = Diámetro interno [mm]

Lr_{ter} = Longitud real de la terciaria [m]

FC = Factor de Christiansen

Diagrama de presiones

8. Presión inicial en la terciaria

$$h_e = h_{e,lat} + (H_{fter}) \pm \left(\frac{\Delta z}{2} \right)$$

Donde:

h_e = Presión en la terciaria [m.c.a.]

h_elat = Pérdidas de carga de la lateral [m.c.a.c]

Hf_{ter} = Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]

Δ_z = Pendiente en el módulo [m]

9. presión final en la lateral

$$h_{e\text{ter}} = h_{e\text{lat}} - \frac{1}{4}(Hf_{\text{ter}}) \pm \left(\frac{\Delta_z}{2}\right)$$

Donde:

h_eter = Presión final en la terciaria [m.c.a.]

h_elat = Pérdidas de carga de las laterales [m.c.a.]

Hf_{ter} = Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]

Δ_z = Pendiente en el módulo [m]

10. Comprobación

$$\Delta h_{ft} = (h_e - h_d) - (\pm \Delta z)$$

$$\Delta h_{ft} < h_{ft}$$

11. Presión del último emisor

$$H_{min} = h_{d\text{terc}} - h_{ft}$$

Donde:

H_{min} = Presión del último emisor [m.c.a]

h_dterc = Presión inicial en la terciaria [m.c.a]

H_{ft} = Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]

12. Máxima variación de carga

$$h_{e\text{ter}} - H_{min} < \Delta H_m$$

Donde:

h_eter = Presión inicial en la terciaria [m.c.a.]

H_{min} = Presión del último emisor [m.c.a.]

ΔH_m = Tolerancia de presiones del módulo [m.c.a.]

APÉNDICE U

Fórmulas para el cálculo del diseño de múltiples

1. Diámetro exacto de la tubería múltiple

$$D_{mul} \geq \sqrt{353,33 * \frac{Q_{ter}}{V}} = \text{mm}$$

Donde:

D_{mul} = Diámetro exacto de la tubería múltiple [mm]

Q_{ter} = Caudal de la terciaria [m³/h]

V = Velocidad del agua [m/s]

2. Pérdida de carga múltiple

$$h_{f_{mul}} = 1,131 * 10^9 * \left(\frac{Q_{ter}}{C}\right) * \text{long mul} * D_i^{-4,782} * FC$$

Donde:

h_{f_{mul}} = Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]

Q_{ter} = Caudal de la terciaria [m³/h]

C = Coeficiente de Hazen- Williams [-]

D_i = Diámetro interno [mm]

Long mul = Longitud de la múltiple [m]

FC = Factor de Christiansen [-]

3. Presión inicial de la múltiple

$$h_{e_{mul}} = h_{f_{mul}} \pm \Delta z$$

Donde:

h_{e_{mul}} = Presión inicial de la múltiple [m.c.a.]

h_{f_{mul}} = Pérdidas de carga de la secundaria [m.c.a.]

Δz = Desnivel de la múltiple [m]

APÉNDICE V

Fórmulas para el cálculo de la tubería principal

1. Diámetro exacto de la tubería principal

$$D_{pri} \geq \sqrt{353,33 * \frac{Q_{mul}}{V}} = \text{mm}$$

Donde:

D_{mul} = Diámetro exacto de la tubería principal [mm]

Q_{mul} = Caudal de la múltiple [m³/h]

V = Velocidad del agua [m/s]

2. Pérdida de carga múltiple

$$h_{ftramo} = 1,131 * 10^9 * \left(\frac{Q_{mul}}{C}\right) * \text{long tramo} * Di^{-4,782} * FC$$

Donde:

h_{fmul} = Pérdidas de carga de la principal [m.c.a.]

Q_{ter} = Caudal de la múltiple [m³/h]

C = Coeficiente de Hazen-Williams [-]

Di = Diámetro interno [mm]

Long mul = Longitud de la principal [m]

FC = Factor de Christiansen [-]

3. Presión inicial de la múltiple

$$h_e \text{ tramo} = h_f \text{ tramo} \pm \Delta z$$

Donde:

h_e tramo = Presión inicial del tramo [m.c.a.]

h_f tramo = Pérdidas de carga del tramo [m.c.a.]

Δz = Desnivel de la múltiple [m]

4. Pérdida de carga

$$h_a = h_e \text{ sec (mayor)} + \text{Profundidad de la zanja} + h_f \text{ válvula} = \text{m. c. a.}$$

5. Pérdida de carga total

$$ht \text{ principal} = ha + he = m. c. a.$$

APÉNDICE W
Fórmulas para el cálculo de la potencia de la bomba

1. Potencia de la bomba

$$\text{Pot} = \frac{Q \text{ tramo} * 1,15 * ht}{270 * \frac{\text{Eficiencia}}{100}}$$

Donde:

Pot = Potencia de la bomba [hp]

Q tramo = Caudal del tramo [m³/h]

ht = Pérdida de carga total [m.c.a]

2. Potencia final de la bomba

$$\text{Pot}' = \text{Pot} * 1,25$$

Donde:

Pot' = Potencia final de la bomba [hp]

Pot = Potencia de la bomba [hp]

APÉNDICE X
Datos para el cálculo de la evaporación de referencia

Datos	Valores	Unidades
ET_o	5,14	mm/día
p	0,27	-
T_{med}	24	° C

APÉNDICE Y
Datos para el cálculo del diseño agronómico de hortalizas

DATOS DEL CLIMA		
ETO	5,14	mm/día
DATOS DE LA PARCELA		
Área bruta	9	Ha
Área neta	9	Ha
DATOS DEL CULTIVO		
Cultivo	Pimiento	
Distancia entre hileras Dh	1,1	m
Distancia entre plantas Dp	0,45	m
Kc	1,1	
Profundidad radicular Zr	0,45	m
Máximo % de agua aprovechable Pa	30	%
% del área bajo riego Min Par	30	%
% del área bajo riego Max Par	70	%
DATOS DEL SUELO		
Textura	Franco-arcilloso	
HCc	27	%
HPmp	13	%
Peso específico aparente Pea	1,35	g/cm ³
Peso específico del agua Pew	1	g/cm ³
Velocidad de infiltración básica IB	8,8	mm/h
SISTEMA DE RIEGO		
Riego	Goteo	
Eficiencia	90	%
Presión de operación	1	atm
Caudal del emisor Qe	3	l/h
Máximas horas de operación Hmax	12	h
Distancia emisores De	0,45	m
Número de emisores por planta Nep	1	emisores
Días de paro	2	días

APÉNDICE Z
Datos para el cálculo del diseño agronómico de frutales

DATOS DEL CLIMA		
ETO	5,14	mm/día
DATOS DE LA PARCELA		
Área bruta	6	Ha
Área neta	6	Ha
DATOS DEL CULTIVO		
Cultivo	Frutales	
Distancia entre hileras Dh	3,00	m
Distancia entre plantas Dp	2,00	m
Kc	0,90	
Profundidad radicular Zr	0,60	m
Máximo % de agua aprovechable Pa	40,00	%
% del área bajo riego Min Par	30,00	%
% del área bajo riego Max Par	70,00	%
DATOS DEL SUELO		
Textura	Franco-arcilloso	
HCc	27,00	%
HPmp	13,00	%
Peso específico aparente Pea	1,35	g/cm ³
Peso específico del agua Pew	1	g/cm ³
Velocidad de infiltración básica IB	8,8	mm/h
SISTEMA DE RIEGO		
Riego	Goteo	
Eficiencia	90	%
Presión de operación	1	atm
Caudal del emisor Qe	8	l/h
Máximas horas de operación Hmax	12	h
Distancia emisores De	0,66	m
Número de emisores por planta Nep	3	emisores
Días de paro	2	días

APÉNDICE AA
Resultados del diseño agronómico de hortalizas

FÓRMULA	DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
1	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular	LDzr	85,05	mm
2	Volumen de agua disponible a la profundidad radicular	VDzr	850,50	m ³ /Ha/zr
3	Lámina de agua aprovechable en la zona radicular	LAzr	25,52	mm/zr
4	Diámetro del bulbo	Db	0,66	m
5	Porcentaje del área bajo riego	Par	-	%
6	Porcentaje del área bajo riego por planta	Parp	69,08	%
7	Par	≤MxAR	70,00	se acepta
	Par	≥MiAR	30,00	se acepta
8	Precipitación horaria del sistema de riego	PPhr	8,80	mm/h
9	Precipitación horaria del sistema de riego	≤lb	8,8	se acepta
10	Intervalo de riego	lr	3,12	días
11	Intervalo de riego ajustado	lr(aj)	3,00	días
12	Ciclo de riego	Cr	1,00	días
13	Láminas de riego ajustado	LR(aj)	22,33	mm
14	Láminas de riego ajustado	≤LAzr	25,52	se acepta
15	Porcentaje de agua aprovechada ajustado	%Pa(aj)	26,26	%
16	Porcentaje de agua aprovechada ajustado	≤Pa	30,00	se acepta
17	Lámina Bruta	LB	24,81	mm
18	Dosis de riego bruta	DB	171,39	l/planta
19	Dosis de riego bruta por planta	DBp	171,39	l/planta
20	Horas de riego por turno	Ht	2,82	h/turno
21	Máximo número de turnos de riego diario	Td	4	turnos/día
22	Horas de riego por día	Hd	11,28	h/día
23	Horas de riego por ciclo	Hc	11,28	h/ciclos
24	Número de turnos por ciclo	Tc	4	turnos/ciclo
25	Superficie bajo riego por turno	St	2,25	Ha/turno
26	Dosis de riego bruta por turno	DBt	385,63	m ³ /turno
27	Caudal requerido	Qr	136,75	m ³ /h
28	Número de emisores por turno	Emt	45583,33	e/turno
29	Volumen bruto por ciclo de riego	VBc	1542,51	m ³ /ciclo
30	Volumen bruto por ciclo de riego en frutales	VBc	31161,82	m ³ /ciclo
31	Caudal específico	Qe	15,19	m ³ /h/Ha
32	Caudal específico	Qe	4,22	l/s/Ha

APÉNDICE AB
Resultados del diseño agronómico de frutales

FÓRMULA	DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
1	Lámina de agua disponible a la profundidad radicular	LDzr	113,40	mm
2	Volumen de agua disponible a la profundidad radicular	VDzr	1134,00	m ³ /Ha/zr
3	Lámina de agua aprovechable en la zona radicular	LAzr	45,36	mm/zr
4	Diámetro del bulbo	Db	1,08	m
5	Porcentaje del área bajo riego	Par	-	%
6	Porcentaje del área bajo riego por planta	Parp	45,78	%
7	Par	≤MxAR	70,00	se acepta
	Par	≥MiAR	30,00	se acepta
8	Precipitación horaria del sistema de riego	PPhr	8,80	mm/h
9	Precipitación horaria del sistema de riego	≤lb	8,8	se acepta
10	Intervalo de riego	lr	4,49	días
11	Intervalo de riego ajustado	lr(aj)	4,00	días
12	Ciclo de riego	Cr	2	días
13	Láminas de riego ajustado	LR(aj)	44,91	mm
14	Láminas de riego ajustado	≤LAzr	45,36	se acepta
15	Porcentaje de agua aprovechada ajustado	%Pa(aj)	39,60	%
16	Porcentaje de agua aprovechada ajustado	≤Pa	40,00	se acepta
17	Lámina Bruta	LB	49,90	mm
18	Dosis de riego bruta	DB	228,44	m ³ /Ha bruta
19	Dosis de riego bruta por planta	DBp	228,44	l/planta
20	Horas de riego por turno	Ht	5,67	h/turno
21	Máximo número de turnos de riego diario	Td	2	turnos/día
22	Horas de riego por día	Hd	11,34	h/día
23	Horas de riego por ciclo	Hc	22,68	h/ciclos
24	Número de turnos por ciclo	Tc	4	turnos/ciclo
25	Superficie bajo riego por turno	St	1,5	Ha/turno
26	Dosis de riego bruta por turno	DBt	342,66	m ³ /turno
27	Caudal requerido	Qr	60,43	m ³ /h
28	Número de emisores por turno	Emt	7553,75	e/turno
29	Volumen bruto por ciclo de riego	VBC	1370,64	m ³ /ciclo
30	Volumen bruto por ciclo de riego en frutales	VBC	2284,4	m ³ /ciclo
31	Caudal específico	Qe	10,07	m ³ /h/Ha
32	Caudal específico	Qe	2,80	l/s/Ha

APÉNDICE AC
Datos para el cálculo del diseño físico de hortalizas

Datos		
Área neta	9	Ha
Número de turnos por ciclo	4	turnos/ciclo
Caudal del emisor Qe	3	l/h
Distancia emisores De	0,45	M
Distancia entre hileras Dh	1,10	M
Caudal de válvula	30	m ³ /h

APÉNDICE AD
Datos para el cálculo del diseño físico de frutales

Datos		
Área neta	6	Ha
Número de turnos por ciclo	4	turnos/ciclo
Caudal del emisor Qe	8	l/h
Distancia emisores De	0,66	M
Distancia entre hileras Dh	3,00	M
Caudal de válvula	30	m ³ /h

APÉNDICE AE
Resultados del diseño físico de hortalizas

FÓRMULA	DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
1	Superficie neta del módulo	Snm	2,25	Ha/turno
2	Precipitación horaria de riego de diseño	Phrd	60,61	m3/h/Ha
3	Superficie del módulo	Srm	0,49	Ha
4	Número de módulos en funcionamiento	Nmfs	5,00	módulos
5	Superficie neta real del módulo	Srmc	0,45	Ha
6	Número total de módulos en funcionamiento	Ntm	20,00	módulos
7	Caudal del módulo	Qm	27,28	m3/h/Ha
8	Número real de módulos en funcionamiento simultáneo	Nrmfs	5,00	módulos

APÉNDICE AF
Resultados del diseño físico de frutales

FÓRMULA	DATOS	SÍMBOLO	VALOR	UNIDADES
1	Superficie neta del módulo	Snm	1,50	Ha/turno
2	Precipitación horaria de riego de diseño	Phrd	40,40	m3/h/Ha
3	Superficie del módulo	Srm	0,74	Ha
4	Número de módulos en funcionamiento	Nmfs	3,00	módulos
5	Superficie neta real del módulo	Srmc	0,50	Ha
6	Número total de módulos en funcionamiento	Ntm	12,00	módulos
7	Caudal del módulo	Qm	20,20	m3/h/Ha
8	Número real de módulos en funcionamiento simultáneo	Nrmfs	3,00	Módulos

APÉNDICE AG
Resultados del diseño hidráulico de laterales de frutales

Módulo	Número de emisores	Long real Lateral [m]	Q Lateral [l/h]	Pérdidas Carga lateral [m.c.a.]	Q mínimo [l/h]	Presión mínima del módulo [m.c.a.]	Tolerancia de presiones del módulo [m.c.a.]	Presión inicial de la lateral [m.c.a.]	Presión mínima En la lateral [m.c.a.]
Fp1	135,00	88,77	1080,00	5,83	7,22	24,44	13,90	31,87	33,96
Fp2	113,00	74,25	904,00	3,52	7,23	24,50	13,75	30,14	33,38
Fp3	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	29,79	33,26
Fp4	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	30,29	32,76
Fp5	53,00	34,65	424,00	0,51	7,24	24,57	13,58	31,38	29,13
Fp6	53,00	34,65	424,00	0,51	7,24	24,57	13,58	31,13	29,38
Fp7	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	29,79	33,26
Fp8	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	30,29	32,76
Fp9	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	30,79	32,26
Fp10	106,00	69,63	848,00	3,05	7,23	24,50	13,75	30,79	32,26
Fu1	155,00	101,97	1240,00	8,56	7,22	24,44	13,90	34,42	34,14
Fu2	142,00	93,39	1136,00	6,82	7,22	24,44	13,90	33,62	33,21

Fp = Frutales papaya Fu = Frutales uva

APÉNDICE AH
Resultados del diseño hidráulico de laterales de hortalizas

Módulo	Número de emisores	Long real lateral [m]	Q lateral [l/h]	Pérdidas Carga lateral [m.c.a.]	Q mínimo [l/h]	Presión mínima del módulo [m.c.a.]	Tolerancia de Presiones del módulo [m.c.a.]	Presión inicial de la lateral [m.c.a.]	Presión mínima En la lateral [m.c.a.]
Hc1	151,00	67,73	453,00	0,99	2,71	24,48	13,80	27,74	33,25
Hc2	151,00	67,73	453,00	0,99	2,71	24,48	13,80	28,24	32,75
Hc3	151,00	67,73	453,00	0,99	2,71	24,48	13,80	29,24	31,75
Hc4	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	30,26	30,75
Hc5	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	29,26	31,75
Hm1-3	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	29,26	31,75
Hm2-4	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	28,26	32,75
Hpi1-7	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	28,76	32,25
Hs1	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	28,76	32,25
Hs2	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	29,26	31,75
Hs3	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	28,26	32,75
Hs4	154,00	69,08	462,00	1,01	2,71	24,48	13,80	28,76	32,25

Hpi = Hortalizas pimiento Hc = Hortalizas cebolla

Hm = Hortalizas melón

Hs = Hortalizas sandía

APÉNDICE AI
Resultados del diseño hidráulico de terciarias de frutales

Módulos	Número de laterales	Long real terciaria [m]	Q terciaria [m ³ /h]	Tolerancia de presiones terciaria [m.c.a.]	Pérdidas carga por pendiente [m.c.a.]	Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]	Presión inicial Terciaria [m.c.a.]	Presión mínima Terciaria [m.c.a.]	Presión último emisor [m.c.a.]
Fp1	26,00	63,75	24,06	10,38	0,38	0,34	37,13	26,79	23,27
Fp2	26,00	63,75	23,50	10,23	0,23	0,18	35,28	25,10	21,58
Fp3	29,00	71,25	24,59	10,70	5,70	5,58	36,47	25,89	22,84
Fp4	29,00	71,25	24,59	10,70	4,70	4,36	36,56	26,20	23,15
Fp5	58,00	71,25	24,59	13,07	10,07	5,58	37,07	28,49	27,98
Fp6	58,00	71,25	24,59	13,07	10,07	5,58	36,82	28,24	27,73
Fp7	29,00	71,25	24,59	10,70	6,70	5,58	31,97	30,39	27,34
Fp8	29,00	71,25	24,59	10,70	6,70	5,58	32,47	30,89	27,84
Fp9	29,00	71,25	24,59	10,70	8,70	5,58	33,97	30,39	27,34
Fp10	29,00	71,25	24,59	10,70	7,70	5,58	33,47	30,89	27,84
Fu1	18,00	52,50	20,00	5,34	0,34	0,21	37,08	31,87	23,31
Fu2	19,00	55,50	22,82	7,08	1,08	0,72	31,16	36,44	29,62

Fp = Frutales papaya Fu = Frutales uva

APÉNDICE AJ
Resultados del diseño hidráulico de terciarias de hortalizas

Módulos	Número de laterales	Long real terciaria [m]	Q terciaria [m ³ /h]	Tolerancia de Presiones terciaria [m.c.a.]	Pérdidas carga por pendiente [m.c.a.]	Pérdidas de carga de la terciaria [m.c.a.]	Presión inicial Terciaria [m.c.a.]	Presión mínima Terciaria [m.c.a.]	Presión último emisor [m.c.a.]
Hc1	44,00	65,25	19,93	12,81	2,81	2,79	34,84	22,05	21,06
Hc2	44,00	65,25	19,93	12,81	4,81	3,57	34,92	23,35	22,36
Hc3	44,00	65,25	19,93	12,81	7,81	3,57	34,42	25,85	24,86
Hc4	44,00	65,25	20,33	12,79	10,79	10,08	36,82	28,74	27,73
Hc5	44,00	65,25	20,33	12,79	6,79	3,69	35,03	25,34	24,33
Hm1	41,00	64,80	18,94	12,79	7,79	3,26	34,20	25,94	24,93
Hm2	41,00	64,80	18,94	12,79	6,79	3,26	33,70	24,44	23,43
Hm3	41,00	64,80	18,94	12,79	8,79	8,19	37,40	25,21	24,20
Hm4	41,00	64,80	18,94	12,79	5,79	3,26	34,20	23,94	22,93
Hpi1	60,00	65,45	27,72	12,79	7,79	6,37	31,04	29,67	28,66
Hpi2-3	60,00	65,45	27,72	12,79	6,79	6,37	30,04	29,67	28,66
Hpi4	60,00	65,45	27,72	12,79	8,79	6,37	35,54	25,17	24,16
Hpi5	60,00	65,45	27,72	12,79	9,79	6,37	35,04	25,67	24,66
Hpi6	60,00	65,45	27,72	12,79	6,79	6,37	36,54	24,17	23,16
Hpi7	60,00	65,45	27,72	12,79	3,79	2,52	35,15	23,63	22,62
Hs1	33,00	65,00	15,25	12,79	8,79	6,78	31,84	29,06	28,05
Hs2	33,00	65,00	15,25	12,79	9,79	6,78	32,84	29,06	28,05
Hs3	33,00	65,00	15,25	12,79	6,79	5,62	35,47	23,85	22,84
Hs4	33,00	65,00	15,25	12,79	6,79	6,78	36,84	24,06	23,05

Hpi = Hortalizas pimienta Hc = Hortalizas cebolla

Hm = Hortalizas melón

Hs = Hortalizas sandía

APÉNDICE AK
Costo de producción del cultivo de papaya

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNDADE DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO [€]	TOTAL AÑO 1 [€]	CANTIDAD	TOTAL AÑO 2 [€]	CANTIDAD	TOTAL AÑO 3 [€]
MANO DE OBRA				1305,00		1065,00		415,00
Huequeada	20	Jornal	15,00	300,00	0	0,0	0	0,00
Transplante	20	Jornal	15,00	300,00	0	0,0	0	0,00
Aplicación de Fertilizantes	6	Jornal	15,00	90,00	6	90,0	6	90,00
Aplicación de Plaguicidas	6	Jornal	15,00	90,00	5	75,0	5	75,00
Deshierba Manual	10	Jornal	15,00	150,00	15	225,0	15	225,00
Cosecha	25	Jornal	15,00	375,00	45	675,0	30	25,00
SEMILLA				1166,20		0,0		0,00
Semilla	1666	Plántula	0,70	1166,20		0,0		0,00
FERTILIZANTES				451,92		378,4		378,36
Úrea	4	50 kg	24,50	98,00	4	98,0	4	98,00
Sulfato de Amonio	1	50 kg	18,00	18,00	1	18,0	1	18,00
DAP	1	50 kg	36,10	36,10	1	36,1	1	36,10
MOP	4	50 kg	28,45	113,80	4	113,8	4	113,80
Sulfato de Magnesio	2	50 kg	19,45	38,90	2	38,9	2	38,90
Nitrato de Calcio	8	25 kg	18,39	147,12	4	73,6	4	73,56
PLAGUICIDAS				328,34		258,2		258,24
Fosetil Aluminio	0,6	Kg	25,40	15,24	0,6	15,2	0,6	15,24
Malathion	6	500 g	3,40	20,40	3	10,2	3	10,20
Bt	6	500 g	15,40	92,40	3	46,2	3	46,20
Carbendazin	2	Kg	13,50	27,00	2	27,0	2	27,00
Mancozeb	6	900 g	6,60	39,60	6	39,6	6	39,60
Clorotalonil	4	Lt	16,30	65,20	4	65,2	4	65,20
Glifosato	5	Lt	5,70	28,50	4	22,8	4	22,80
Paraquat	5	Lt	8,00	40,00	4	32,0	4	32,00
MAQUINARIA				240,00		0,0		0,00
Arado	3	Horas Máquina	30,00	90,00	0	0,0	0	0,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,00	60,00	0	0,0	0	0,00
Surcadora	3	Horas Máquina	30,00	90,00	0	0,0	0	0,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS [€]				3491,46		1701,6		1051,60

APÉNDICE AL
Costo de producción del cultivo de uva

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO [\$]	TOTAL AÑO 1 [\$]	CANTIDAD AD	TOTAL AÑO 2 [\$]	CANTIDAD AD	TOTAL AÑO 3 [\$]
MANO DE OBRA				3855,00		2850,00		1785,00
Marcación de Hoyos	4	Jornal	15,00	60,00	0	0,00	0	0,00
Hoyado del sistema de conducción	20	Jornal	15,00	300,00	0	0,00	0	0,00
Hoyado para siembra	6	Jornal	15,00	90,00	0	0,00	0	0,00
Siembra	10	Jornal	15,00	150,00	0	0,00	0	0,00
Resiembra	2	Jornal	15,00	30,00	0	0,00	0	0,00
Amarre y Tutoreo	50	Jornal	15,00	750,00	60	900,00	0	0,00
Construcción del sistema de conducción	130	Jornal	15,00	1950,00	0	0,00	0	0,00
Poda	6	Jornal	15,00	90,00	24	360,00	10	150,00
Despunte	0	Jornal	15,00	0,00	5	75,00	3	45,00
Desbrotamiento	0	Jornal	15,00	0,00	15	225,00	4	60,00
Raleo	0	Jornal	15,00	0,00	12	180,00	6	90,00
Deshoje	0	Jornal	15,00	0,00	6	90,00	3	45,00
Aplicación de Fertilizantes	8	Jornal	15,00	120,00	8	120,00	8	120,00
Aplicación de Plaguicidas	20	Jornal	15,00	300,00	10	150,00	10	150,00
Deshierba Manual	25	Jornal	15,00	375,00	15	225,00	5	75,00
Cosecha	0	Jornal	15,00	0,00	35	525,00	70	1050,00
Post-Cosecha	0	Jornal	15,00	0,00	15	225,00	50	750,00
Mantenimiento sistema de conducción	0	Jornal	15,00	0,00	12	180,00	6	90,00
SEMILLA				1666,00				
Semilla	1666	plántulas	1,00	1666,00		0,00		0,00
FERTILIZANTES				782,61		782,61		782,61
Úrea	2	50 kg	24,50	49,00	2	49,00	2	49,00
DAP	2	50 kg	36,10	72,20	2	72,20	2	72,20
MOP	5	50 kg	28,45	142,25	5	142,25	5	142,25
Sulfato de Magnesio	4	50 kg	19,45	77,80	4	77,80	4	77,80
Nitrato de Calcio	24	25 kg	18,39	441,36	24	441,36	24	441,36
Gallinaza	10	Tn	24,00	240,00	0	0,00	0	0,00

Diafenturion	12	100 cc	7,90	94,80	12	94,80	12	94,80
Carbofuran	3	15 Kg	101,00	303,00	3	303,00	3	
Bt	8	500 g	15,40	123,20	8	123,20	8	123,20
Sulfato de Cobre Pentahidratado	20	L	30,40	608,00	20	608,00	20	608,00
Mancozeb	32	900 g	6,60	211,20	32	211,20	32	211,20
Glifosato	5	Lt	5,70	28,50	5	28,50	5	28,50
Paraquat	5	Lt	8,00	40,00	5	40,00	5	40,00
MAQUINARIA				210,00		0,00		0,00
Arado	3	Horas Máquina	30,00	90,00	0	0,00	0	0,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,00	60,00	0	0,00	0	0,00
Surcadora	2	Horas Máquina	30,00	60,00	0	0,00	0	0,00
Otros Materiales				9828,50				
Postes	833	Unidad	6,00	4998,00	0	0,00	0	0,00
Varas	825	Unidad	0,50	412,50	0	0,00	0	0,00
Estacas	1666	Unidad	0,50	833,00	0	0,00	0	0,00
Cable de acero	3500	M	0,70	2450,00	0	0,00	0	0,00
Alambre	2500	M	0,25	625,00	0	0,00	0	0,00
Tijera de Podar	4	Unidad	32,00	128,00	4	128,00	0	0,00
Cinta para amarrar	40	Rollo	0,85	34,00	60	51,00	80	68,00
Tijera de Raleo	4	Unidad	32,00	128,00	8	256,00	0	0,00
Tijera de Cosecha	5	Unidad	32,00	160,00	10	320,00	0	0,00
Caja para empaque	100	Unidad	0,35	35,00	2600	910,00	6600	2310,00
Caja plásticas	20	Unidad	1,25	25,00	40	50,00	0	0,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS [\$]				17862,4		5152,9		3784,91

APÉNDICE AM
Costo de producción del cultivo de cebolla

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO [€]	TOTAL [€]
MANO DE OBRA				750,00
Transplante	15	Jornal	15,00	225,00
Aplicación de Fertilizantes	6	Jornal	15,00	90,00
Aplicación de Plaguicidas	6	Jornal	15,00	90,00
Deshierba Manual	8	Jornal	15,00	120,00
Cosecha	15	Jornal	15,00	225,00
SEMILLA				83,60
Semilla	2	kg	41,80	83,60
FERTILIZANTES				1038,18
Úrea	1	Saco 50 kg	24,50	24,50
DAP	6	Saco 50 kg	36,10	216,60
MOP	6	Saco 50 kg	28,45	170,70
Sulfato de Potasio	3	Saco 50 kg	48,00	144,00
Sulfato de Magnesio	4	Saco 50 kg	19,45	77,80
Nitrato de Calcio	22	Saco 25 kg	18,39	404,58
PLAGUICIDAS				398,22
Fosetil Aluminio	2	Kg	25,40	50,80
Trichoderma	4	100 g	12,00	48,00
Bt	2	500 g	15,40	30,80
Azoxystrobin	4	100 g	29,68	118,72
Thiametoxam	2	100 g	27,90	55,80
Clorpirifos	2	L	12,80	25,60
Glifosato	5	Lt	5,70	28,50
Paraquat	5	Lt	8,00	40,00
MAQUINARIA				240,00
Arado	3	Horas Máquina	30,00	90,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,00	60,00
Surcadora	3	Horas Máquina	30,00	90,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS [€]				2510,00

APÉNDICE AN
Costo de producción del cultivo de melón

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO[\$]	TOTAL[\$]
MANO DE OBRA				720,00
Transplante	5	Jornal	15,00	75,00
Aplicación de Fertilizantes	4	Jornal	15,00	60,00
Aplicación de Plaguicidas	8	Jornal	15,00	120,00
Deshierba Manual	6	Jornal	15,00	90,00
Cosecha	25	Jornal	15,00	375,00
Poda	6	Jornal	15,00	90,00
Acolchado	6	Jornal	15,00	90,00
SEMILLA				0,00
Semilla		plantulas		0,00
FERTILIZANTES				65,44
Úrea	3	Saco 50 kg	24,50	3,50
DAP	4	Saco 50 kg	36,10	44,40
MOP	9	Saco 50 kg	28,45	56,05
Sulfato de Magnesio	5	Saco 50 kg	19,45	7,25
Nitrato de Calcio	16	Saco 25 kg	18,39	94,24
PLAGUICIDAS				34,50
Fosetil Aluminio	1,6	Kg	25,40	0,64
Azufre micronizado	8	kg	3,15	5,20
Sulfato de Cobre Pentahidratado	4	l	30,40	21,60
Bt	4	500 g	15,40	1,60
Thiametoxam	2	100 g	27,00	54,00
Diafenturion	5	100 cc	7,90	9,50
Diazinon	3,2	l	13,80	4,16
Malathion	4	500 g	3,40	3,60
Glifosato	6	Lt	5,70	4,20
MAQUINARIA				210,00
Arado	3	Horas Máquina	30,00	90,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,00	60,00
Surcadora	2	Horas Máquina	30,00	60,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS [\$]				2229,94

APÉNDICE AO
Costo de producción del cultivo de pimiento

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO [€]	TOTAL [€]
MANO DE OBRA				930,00
Transplante	6	Jornal	15,00	90,00
Aplicación de Fertilizantes	8	Jornal	15,00	120,00
Aplicación de Plaguicidas	5	Jornal	15,00	75,00
Deshierba Manual	6	Jornal	15,00	90,00
Aporque	6	Jornal	15,00	90,00
Tutorado	6	Jornal	15,00	90,00
Cosecha	25	Jornal	15,00	375,00
Acolchado	6	Jornal	15,00	90,00
SEMILLA				1267,28
Semilla	28	mil	45,26	1267,28
FERTILIZANTES				945,3
Úrea	2	Saco 50 kg	24,50	49,00
DAP	6	Saco 50 kg	36,10	216,60
MOP	9	Saco 50 kg	28,45	256,05
Sulfato de Amonio	9	Saco 50 kg	18,00	162,00
Sulfato de Magnesio	4	Saco 50 kg	19,45	77,80
Nitrato de Calcio	10	Saco 25 kg	18,39	183,90
PLAGUICIDAS				787,00
Thiametoxam	4	100 g	27,90	111,60
Ciromazina	7,5	50 g	23,30	174,75
Sulfato de Cobre Pentahidratado	9,5	l	30,40	288,80
Bt	6,5	500 g	15,40	100,10
Diazinon	5	l	13,80	69,00
Glifosato	7,5	Lt	5,70	42,75
MAQUINARIA				210,00
Arado	3	Horas Máquina	30,0	90,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,0	60,00
Surcadora	2	Horas Máquina	30,0	60,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS [€]				4139,63

APÉNDICE AP
Costo de producción del cultivo de sandía

COSTOS DIRECTOS	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO [€]	TOTAL AÑO [€]
MANO DE OBRA				720,00
Transplante	5	Jornal	15,00	75,00
Aplicación de Fertilizantes	4	Jornal	15,00	60,00
Aplicación de Plaguicidas	8	Jornal	15,00	120,00
Deshierba Manual	6	Jornal	15,00	90,00
Cosecha	25	Jornal	15,00	375,00
Poda	6	Jornal	15,00	90,00
Acolchado	6	Jornal	15,00	90,00
SEMILLA				256,21
Semilla	1	mil	256,21	256,21
FERTILIZANTES				767,05
Úrea	7	Saco 50 kg	24,50	171,50
DAP	7	Saco 50 kg	36,10	252,70
MOP	10	Saco 50 kg	28,45	284,50
Sulfato de Magnesio	3	Saco 50 kg	19,45	58,35
PLAGUICIDAS				454,10
Thiametoxam	2	100 g	27,90	55,80
Diafenturion	6	100 cc	7,90	47,40
Malathion	5	500 g	3,40	17,00
Bt	4	500 g	15,40	61,60
Ciromazina	5	50 g	23,30	116,50
Sulfato de Cobre Pentahidratado	4	l	30,40	121,60
Glifosato	6	Lt	5,70	34,20
MAQUINARIA				210,00
Arado	3	Horas Máquina	30,00	90,00
Rastra	2	Horas Máquina	30,00	60,00
Surcadora	2	Horas Máquina	30,00	60,00
SUB-TOTAL COSTOS DIRECTOS				2407,36

APÉNDICE AQ
Costo de fabricación de vivero

Producto	Cantidad	Precio (\$)	Subtotal
Sarán (3,7m*100m)	3	60	180
Cañas (6m)	47	2	94
Malla (0,15*2,5)	112	1,1	123,2
Cuartones (4,0m)	56	3,1	173,6
Turba 300L	28	54	1512
Bandeja 128 cav	2012	2,84	5714,08
Bandeja 50 cav	192	3,5	672
Mano de obra	10	15	150
Total			8618,88

APÉNDICE AR
Costo de los materiales de riego

Productos	Cantidad	Precio	Sub-Total
Emisores 8 l/h	35890	0,17	6101,30
Emisores 3 l/h	143748	0,17	24437,16
Manguera 16 mm 200 m	443	22,00	9746,00
Tubo 45,2 mm	33	9,49	313,17
Tubo 46,2 mm	11	8,56	94,16
Tubo 47mm	22	4,84	106,48
Tubo 57 mm	216	14,51	3134,16
Tubo 60 mm	73	6,67	486,91
Tubo 69,2 mm	25	15,87	396,75
Tubo 81,4 mm	25	24,64	616,00
Tubo 83 mm	48	20,99	1007,52
Tubo 99,6 mm	133	34,14	4540,62
Tubo 113 mm	11	56,24	618,64
Tubo 115,4 mm	134	45,69	6122,46
Bomba 20 hp	1	8000,00	8000,00
Te 115,4	6	6,00	36,00
Cruz 115,4	2	5,13	10,26
Total			65767,59

APÉNDICE AS
Parámetros técnicos

Rendimiento esperado por ha	Rendimiento	Unidad
Papaya año 1	18.000,00	kg
Papaya año 2	20.000,00	kg
Papaya año 3	14.000,00	kg
Uva año 1	2.200,00	caja 10 lb
Uva año 2	3.300,00	caja 10 lb
Uva año 3	4.400,00	caja 10 lb
Cebolla	220,00	qq
Melón	15.000,00	kg
Pimiento	1.000,00	saco 33 kg
Sandía	5.000,00	kg

APÉNDICE AU
Presupuesto de ventas

CONCEPTO	C I C L O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PRECIO DE VENTA								
Papaya Kg (\$)	0,65	0,65	0,67	0,67	0,70	0,70	0,73	0,73
Sub-total 5 ha (\$)	-	-	17988,75	26983,13	30432,02	31480,31	26443,46	23138,03
Uva caja 10 lb (\$)	5,50	5,50	5,64	5,64	5,92	5,92	6,22	6,22
Sub-total 1 ha (\$)	-	-	-	5581,13	5860,18	8790,27	9229,79	12306,38
Cebolla Qq (\$)	14,00	14,00	14,35	14,35	15,07	15,07	15,82	15,82
Sub-total 2,25 ha (\$)	-	6237,00	6392,93	6392,93	6712,57	6712,57	7048,20	7048,20
Melón Kg (\$)	0,45	0,45	0,46	0,46	0,48	0,48	0,51	0,51
Sub-total 1,8 ha (\$)	-	10935,00	11208,38	11208,38	11768,79	11768,79	12357,23	12357,23
Pimiento Saco 33 Kg (\$)	12,00	12,00	12,30	12,30	12,92	12,92	13,56	13,56
Sub-total 3,15 ha (\$)	-	34020,00	34870,50	34870,50	36614,03	36614,03	38444,73	38444,73
Sandía Kg (\$)	0,70	0,70	0,72	0,72	0,75	0,75	0,79	0,79
Sub-total 1,8 ha (\$)	-	5670,00	5811,75	5811,75	6102,34	6102,34	6407,45	6407,45
TOTAL VENTAS (\$)	-	56862,00	76272,30	90847,80	97489,93	101468,31	99930,86	99702,02

CONCEPTO	C I C L O S							
	9	10	11	12	13	14	15	16
PRECIO DE VENTA								
Papaya Kg (\$)	0,77	0,77	0,81	0,81	0,85	0,85	0,89	0,89
Sub-total 5 ha (\$)	8098,31	-	21865,44	32798,16	36990,31	38264,52	32142,19	28124,42
Uva caja 10 lb (\$)	6,53	6,53	6,85	6,85	7,20	7,20	7,55	7,55
Sub-total 1 ha (\$)	12921,70	12921,70	13567,78	13567,78	14246,17	14246,17	14958,48	14958,48
Cebolla Qq (\$)	16,61	16,61	17,44	17,44	18,31	18,31	19,23	19,23
Sub-total 2,25 ha (\$)	7400,61	7400,61	7770,64	7770,64	8159,17	8159,17	8567,13	8567,13
Melón Kg (\$)	0,53	0,53	0,56	0,56	0,59	0,59	0,62	0,62
Sub-total 1,8 ha (\$)	12975,10	12975,10	13623,85	13623,85	14305,04	14305,04	15020,29	15020,29
Pimiento Saco 33 Kg (\$)	14,24	14,24	14,95	14,95	15,70	15,70	16,48	16,48
Sub-total 3,15 ha (\$)	40366,96	40366,96	42385,31	42385,31	44504,58	44504,58	46729,81	46729,81
Sandía Kg (\$)	0,83	0,83	0,87	0,87	0,92	0,92	0,96	0,96
Sub-total 1,8 ha (\$)	6727,83	6727,83	7064,22	7064,22	7417,43	7417,43	7788,30	7788,30
TOTAL VENTAS (\$)	88490,50	80392,19	106277,24	117209,96	125622,70	126896,91	125206,21	121188,43

APÉNDICE AV
Presupuesto de costos

CONCEPTO	C I C L O S							
	1	2	3	4	5	6	7	8
FIJOS:								
Administración	-	2.000,00	2.100,00	2.100,00	2.205,00	2.205,00	2.315,25	2.315,25
Mantenimiento construcciones	-	500,00	525,00	525,00	551,25	551,25	578,81	578,81
Mantenimiento Equipos	-	700,00	735,00	735,00	771,75	771,75	810,34	810,34
Gasto de luz	-	300,00	315,00	315,00	330,75	330,75	347,29	347,29
Gasto de agua	-	600,00	630,00	630,00	661,50	661,50	694,58	694,58
Sueldos	-	28.267,18	29.680,53	29.680,53	31.164,56	31.164,56	32.722,79	32.722,79
Imprevistos		6.235,42	6.547,19	6.547,19	6.874,55	6.874,55	7.218,28	7.218,28
SUBTOTAL	-	38.602,59	40.532,72	40.532,72	42.559,36	42.559,36	44.687,33	44.687,33
VARIABLES :								
Papaya	-	17.457,30	18.330,17	893,34	938,01	579,69	608,68	234,87
Uva	-	17.862,41	18.755,53	5.410,56	5.681,08	4.172,86	4.381,51	4.381,51
Cebolla	-	5.647,50	5.929,88	5.929,88	6.226,37	6.226,37	6.537,69	6.537,69
Melón	-	4.013,89	4.214,59	4.214,59	4.425,32	4.425,32	4.646,58	4.646,58
Pimiento	-	13.039,83	13.691,83	13.691,83	14.376,42	14.376,42	15.095,24	15.095,24
Sandía	-	4.333,25	4.549,91	4.549,91	4.777,41	4.777,41	5.016,28	5.016,28
SUBTOTAL	-	62.354,18	65.471,89	34.690,09	36.424,60	34.558,07	36.285,97	35.912,16
TOTAL COSTOS	-	100.956,78	106.004,62	75.222,82	78.983,96	77.117,43	80.973,30	80.599,49
EGRESOS POR AÑO		100.956,78		181.227,44		156.101,39		161.572,79

CONCEPTO	C I C L O S							
	9	10	11	12	13	14	15	16
FIJOS:								
Administración	2.431,01	2.431,01	2.552,56	2.552,56	2.680,19	2.680,19	2.814,20	2.814,20
Mantenimiento construcciones	607,75	607,75	638,14	638,14	670,05	670,05	703,55	703,55
Mantenimiento Equipos	850,85	850,85	893,40	893,40	938,07	938,07	984,97	984,97
Gasto de luz	364,65	364,65	382,88	382,88	402,03	402,03	422,13	422,13
Gasto de agua	729,30	729,30	765,77	765,77	804,06	804,06	844,26	844,26
Sueldos	34.358,93	34.358,93	36.076,88	36.076,88	37.880,72	37.880,72	39.774,76	39.774,76
Imprevistos	7.579,19	7.579,19	7.958,15	7.958,15	8.356,06	8.356,06	8.773,86	8.773,86
SUBTOTAL	46.921,69	46.921,69	49.267,78	49.267,78	51.731,17	51.731,17	54.317,73	54.317,73
VARIABLES :								
Papaya	21.219,46	21.219,46	1.085,86	1.085,86	704,62	704,62	285,49	739,85
Uva	4.600,58	4.600,58	4.830,61	4.830,61	5.072,14	5.072,14	5.325,75	5.325,75
Cebolla	6.864,57	6.864,57	7.207,80	7.207,80	7.568,19	7.568,19	7.946,60	7.946,60
Melón	4.878,91	4.878,91	5.122,86	5.122,86	5.379,00	5.379,00	5.647,95	5.647,95
Pimiento	15.850,00	15.850,00	16.642,50	16.642,50	17.474,63	17.474,63	18.348,36	18.348,36
Sandía	5.267,09	5.267,09	5.530,44	5.530,44	5.806,97	5.806,97	6.097,32	6.097,32
SUBTOTAL	58.680,61	58.680,61	40.420,07	40.420,07	42.005,55	42.005,55	43.651,46	44.105,82
TOTAL COSTOS	105.602,31	105.602,31	89.687,85	89.687,85	93.736,71	93.736,71	97.969,19	98.423,55
EGRESOS POR AÑO		211.204,61		179.375,70		187.473,43		196.392,74

APÉNDICE AW
Utilidad anual

AÑOS								
	1	2	3	4	5	6	7	8
UTILIDAD POR	-44.094,78	-14.107,34	42.856,85	38.060,10	-42.321,91	44.111,50	65.046,19	50.001,91

APÉNDICE AX
Costo del proyecto

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	COSTO TOTAL	FUENTE DE APORTACION		TOTAL
					BNF	BENEFICIARIO	
Limpieza del terreno							
Desbroce	Hora	15,00	120,00	1.800,00			
SUB-TOTAL				1.800,00	1.440,00	360,00	1.800,00
Herramientas Menores							
Machete	u	12,00	3,89	46,68			
Azadón	u	12,00	19,99	239,88			
Mochila Fumigadora	u	12,00	42,00	504,00			
Palas	u	12,00	11,98	143,76			
Traje de Fumigación	u	12,00	21,00	252,00			
Botas de Hule	u	12,00	16,69	200,28			
Báscula	u	2,00	45,00	90,00			
Motosierra	u	2,00	210,00	420,00			
Martillo	u	6,00	6,19	37,14			
Lima	u	6,00	3,29	19,74			
Sacos	u	2000,00	0,60	1.200,00			
SUB-TOTAL				3.153,48	-	3.153,48	3.153,48
CAPITAL DE TRABAJO							
COSTOS FIJOS				38.602,59			
COSTOS DE CULTIVOS				62.354,18			
SUB-TOTAL				100.956,78	80.765,42	20.191,36	100.956,78
Costo Papaya							
1 ha papaya (ciclo 1 año)	Ha	5,00	3491,46	17.457,30			
SUB-TOTAL				17.457,30	-		-
Costo Uva							
1 ha uva (ciclo 1 año)	Ha	1,00	17862,41	17.862,41			
SUB-TOTAL				17.862,41	-		-
Costo Cebolla							
1 ha cebolla	Ha	2,25	2510,00	5.647,50			
SUB-TOTAL				5.647,50	-		-
Costo Melón							
1 ha melón	Ha	1,80	2229,94	4.013,89			
SUB-TOTAL				4.013,89	-		-
Costo Pimiento							
1 ha pimiento	Ha	3,15	4139,63	13.039,83			
SUB-TOTAL				13.039,83	-		-
Costo Sandía							
1 ha sandía	Ha	1,80	2407,36	4.333,25			
SUB-TOTAL				4.333,25	-		-
Riego							
Tubos y accesorios	u	1,00	49270,23	65.767,59			
SUB-TOTAL				65.767,59	52.614,07	13.153,52	65.767,59
Vivero							
Construcción vivero	u	1,00	8618,88	8.618,88			
SUB-TOTAL				8.618,88	-	8.618,88	8.618,88
TOTAL				180.296,73	134.819,50	45.477,23	180.296,73

APÉNDICE AY
Flujo de efectivo

Año de operación	Ingresos Totales	Inversiones para el proyecto			Flujo Neto de Efectivo
		Egresos Totales	Fija	Diferida	
0					0
1	56.862,00	100.956,78	54.054,07		-98.148,85
2	167.120,10	181.227,44			-14.107,34
3	198.958,24	156.101,39			42.856,85
4	199.632,89	161.572,79			38.060,10
5	168.882,70	211.204,61			-42.321,91
6	223.487,20	179.375,70			44.111,50
7	252.519,61	187.473,43			65.046,19
8	246.394,64	196.392,74			50.001,91

APÉNDICE AZ
VAN, TIR Y B/C

Año de operación	Costos Totales	Beneficios Totales	Factor de Actualización	Costos Actualizados	Beneficios Actualizados	Flujo neto efect.actual
	(\$)	(\$)	12,00%	(\$)	(\$)	(\$)
0	0	0	1,000	0	0	0
1	155.011,00	56.862,00	0,893	138.402,55	50.769,64	-87.632,90
2	181.227,00	167.120,00	0,797	144.473,40	133.227,12	-11.246,28
3	156.101,00	198.958,00	0,712	111.109,88	141.614,54	30.504,66
4	161.573,00	199.633,00	0,636	102.682,43	126.870,31	24.187,88
5	211.205,00	168.883,00	0,567	119.843,17	95.828,58	-24.014,59
6	179.376,00	223.487,00	0,507	90.877,31	113.225,57	22.348,26
7	187.473,00	252.520,00	0,452	84.803,46	114.227,05	29.423,59
8	196.393,00	246.395,00	0,404	79.319,73	99.514,66	20.194,93
Total	1.428.359,00	1.513.857,00		871.511,93	875.277,48	3.765,55

Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:

VAN=	3.765,55	Se acepta por resultar positivo
TIR =	12,95%	Se acepta por ser mayor al factor de actualización
B/C =	1,004	Se acepta porque es mayor a 1

APÉNDICE BA
Periodo de recuperación

	AÑOS								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
FLUJO	-	-87.632,90	-11.246,28	30.504,66	24.187,88	-24.014,59	22.348,26	29.423,59	20.194,93
SALDO	-	-87.632,90	-98.879,18	-68.374,52	-44.186,64	-68.201,23	-45.852,98	-16.429,38	3.765,55

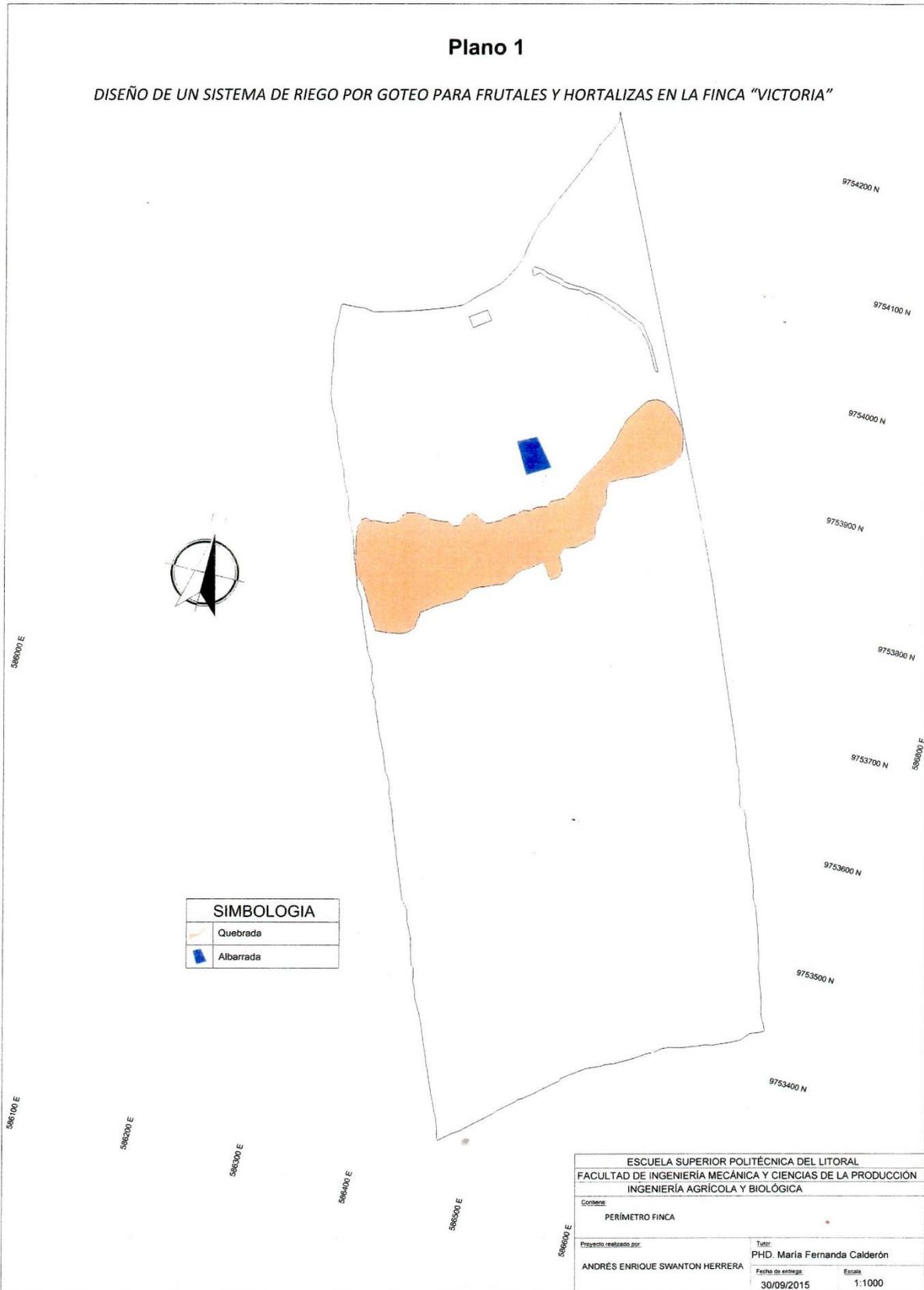
Período vida útil del proyecto	Período recuperación del proyecto	Condición
8 años	8 años	SE ACEPTA

* El último saldo negativo corresponde al número de años en que se va a recuperar la inversión

PLANOS ESQUEMÁTICOS

Plano 1

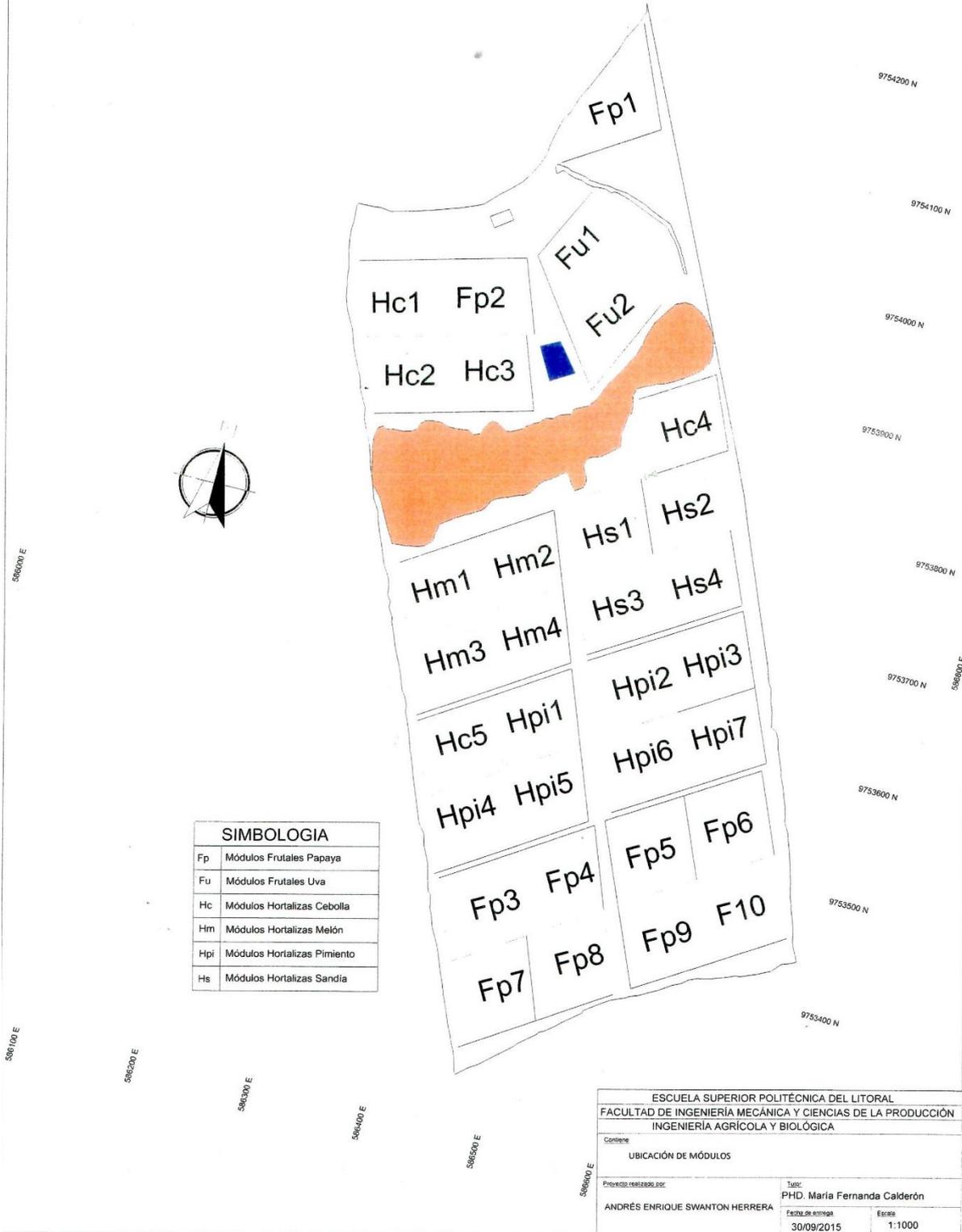
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS EN LA FINCA "VICTORIA"



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA	
Contenido:	
PERÍMETRO FINCA	
Proyecto realizado por:	Tutor:
ANDRÉS ENRIQUE SWANTON HERRERA	PHD. María Fernanda Calderón
Fecha de entrega:	Escala:
30/09/2015	1:1000

Plano 2

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS EN LA FINCA "VICTORIA"

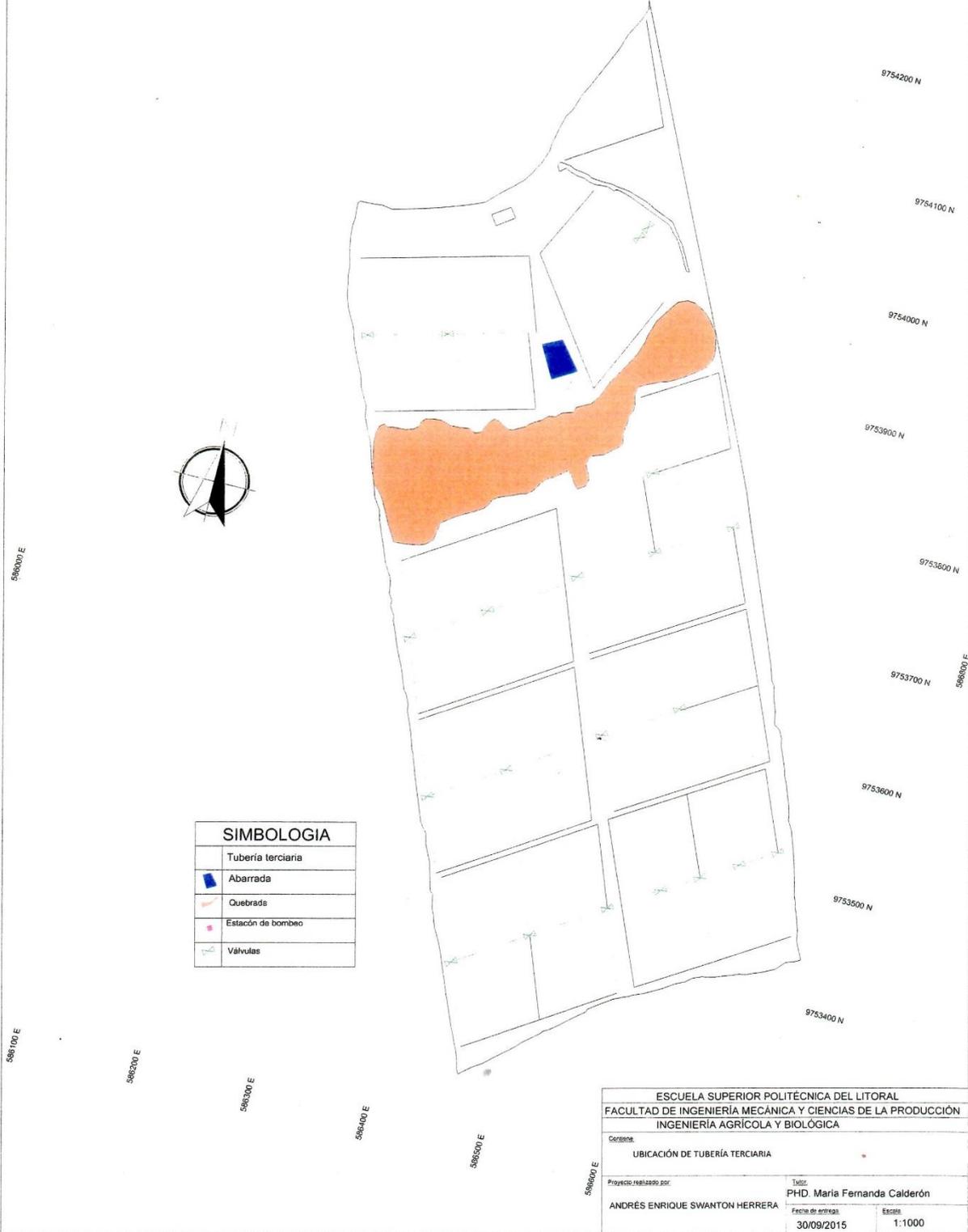


SIMBOLOGIA	
Fp	Módulos Frutales Papaya
Fu	Módulos Frutales Uva
Hc	Módulos Hortalizas Cebolla
Hm	Módulos Hortalizas Melón
Hpi	Módulos Hortalizas Pimiento
Hs	Módulos Hortalizas Sandía

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA			
UBICACIÓN DE MÓDULOS			
Proyecto realizado por: ANDRÉS ENRIQUE SWANTON HERRERA		Tutor: PHD. María Fernanda Calderón	
Fecha de entrega: 30/09/2015		Escala: 1:1000	

Plano 3

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS EN LA FINCA "VICTORIA"

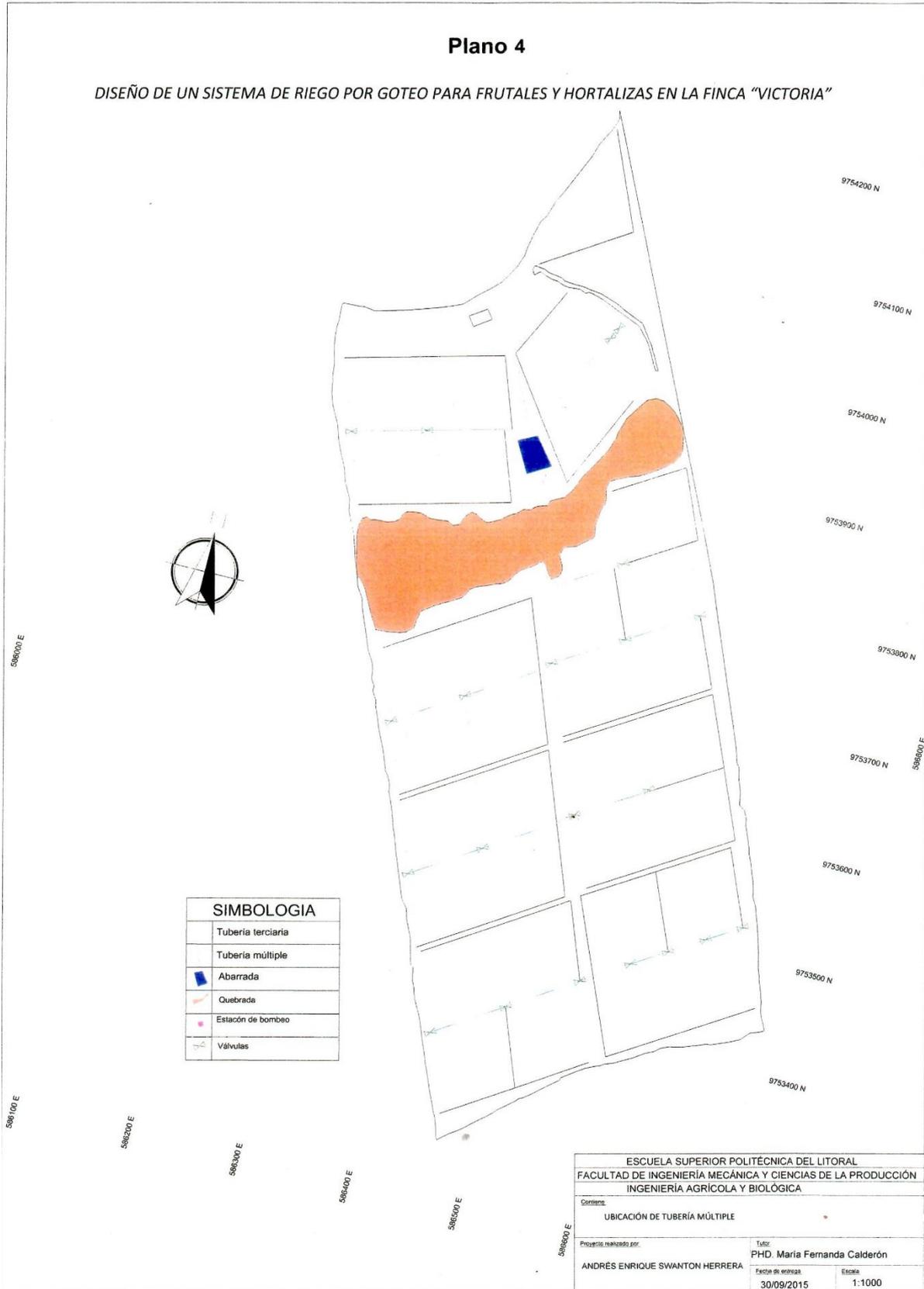


SIMBOLOGIA	
	Tubería terciaria
	Abarrada
	Estación de bombeo
	Valvulas

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA			
Corredor: UBICACIÓN DE TUBERÍA TERCIARIA			
Proyección realizado por: ANDRÉS ENRIQUE SWANTON HERRERA		Tutor: PHD. María Fernanda Calderón	
Fecha de entrega: 30/09/2015		Escala: 1:1000	

Plano 4

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS EN LA FINCA "VICTORIA"

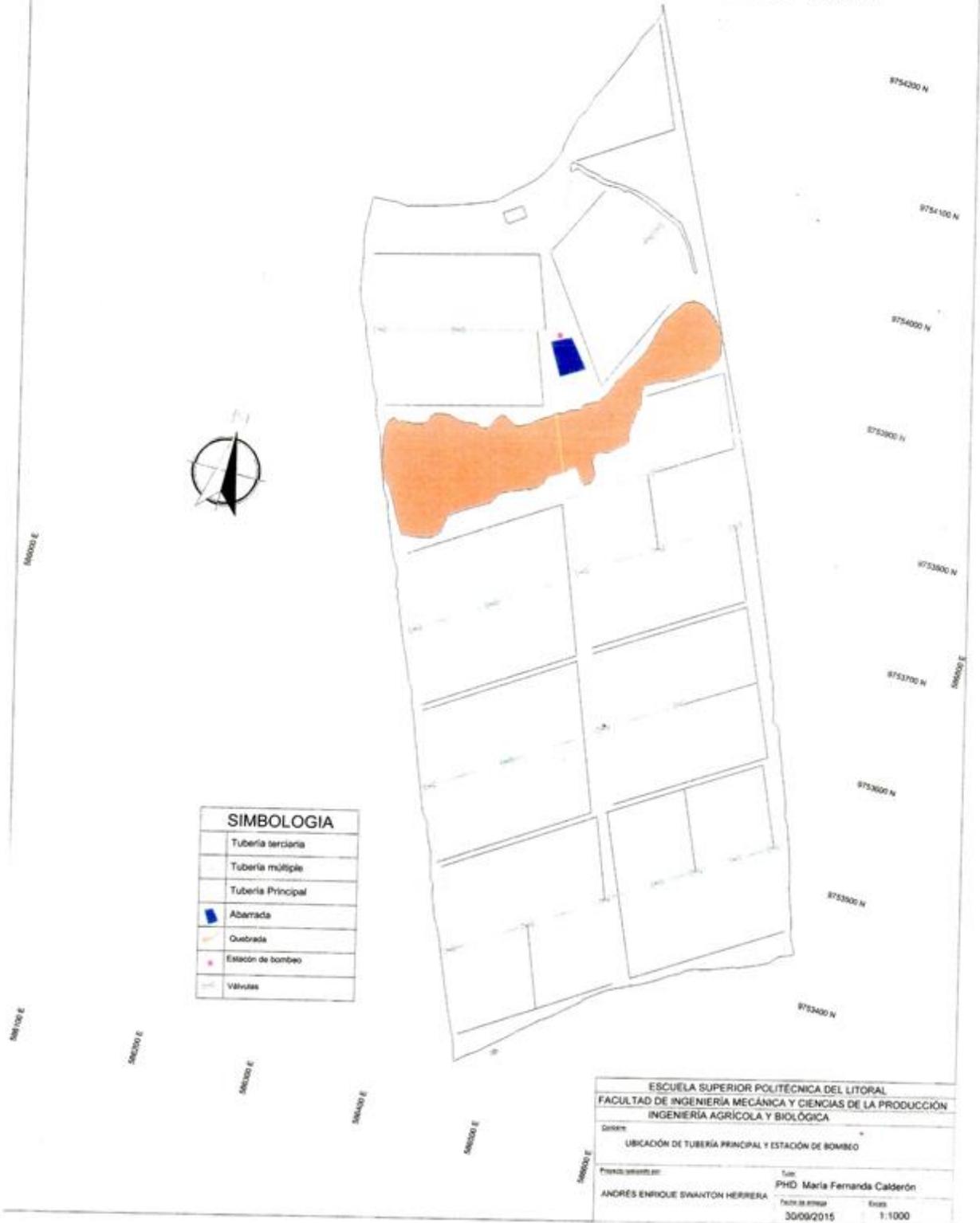


SIMBOLOGIA	
	Tubería terciaria
	Tubería múltiple
	Abarrada
	Quebrada
	Estación de bombeo
	Válvulas

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA		
Tema: UBICACIÓN DE TUBERÍA MÚLTIPLE		
Proyecto realizado por: ANDRÉS ENRIQUE SWANTON HERRERA	Tutor: PHD. María Fernanda Calderón	Fecha de entrega: 30/09/2015
		Escala: 1:1000

Plano 5

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA FRUTALES Y HORTALIZAS EN LA FINCA "VICTORIA"



SIMBOLOGIA	
	Tubería terciaria
	Tubería múltiple
	Tubería Principal
	Abarrada
	Quebrada
	Estación de bombeo
	Válvulas

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL	
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA	
Sistema:	
UBICACIÓN DE TUBERÍA PRINCIPAL Y ESTACIÓN DE BOMBEO	
Proyecto desarrollado por:	Tutor:
ANDRÉS ENRIQUE SWANTON HERRERA	PHD. María Fernanda Calderón
Fecha de entrega:	Escala:
30/09/2015	1:1000