



T  
631.7  
ACO

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Gestión del riego, en el cultivo de Tomate Indeterminado, en  
la Zona del Humedal Velasco Ibarra, Península de Santa  
Elena”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Presentada por:**

**Fabián Raúl Acosta Campoverde**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**Año: 2007**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente en el Ing. Javier del Cioppo, Director de Tesis por su invaluable ayuda.



## DEDICATORIA

A DIOS

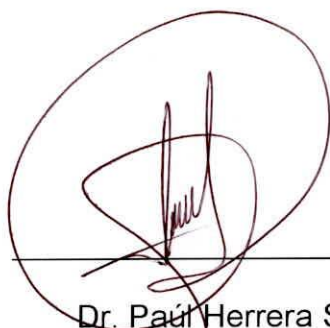
A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MI HIJA

A MIS HERMANOS

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Dr. Paul Herrera S.  
DELEGADO POR EL  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



Ing. Javier del Cioppo M.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Miguel Quilambaqui J.  
VOCAL

## **DECLARACION EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

  
Fabián Raúl Acosta Campoverde

# INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCION.....	VIII
 CAPITULO 1	
I. GENERALIDADES.....	3
1.1.    El humedal Velasco Ibarra.....	7
1.1.1. Localización.....	7
1.1.2. Antecedentes y Situación Actual.....	8
1.1.3 Datos meteorológicos.....	9
1.1.4 Tipos y usos de suelo.....	9
1.2    El cultivo de Tomate Indeterminado.....	12
1.2.1 Taxonomía y Morfología.....	13
1.2.2 Requerimientos Edafoclimáticos.....	16
1.2.3 Manejo del cultivo.....	19
1.2.4 Cosecha.....	24

1.3	Componentes del Sistema de Riego.....	28
1.3.1.	Riegos localizados.....	31
1.3.2.	El Riego por Goteo.....	35
1.3.3	Tina de Evaporación.....	37
1.3.4	Tipos y usos del Suelo.....	39
CAPITULO 2		
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
2.1.	Ubicación del Ensayo.....	40
2.2	Descripción de la Parcela Experimental.....	41
2.2.1	Descripción del sistema de riego.....	42
2.3	Materiales.....	43
2.4	Metodología.....	44
2.4.1.	Recopilación de Información.....	44
2.4.2.	Evapotranspiración.....	44
2.4.3.	Determinación de la Humedad del Suelo.....	48
3.4.3.1	Método Gravimétrico.....	48
2.4.4.	Determinación de la Infiltración.....	55
2.4.5.	Evaluación de los Sistemas de Riego.....	58
2.4.5.1.	Eficiencia de Aplicación.....	59
2.4.5.2.	Coeficiente de Uniformidad.....	60
2.4.6.	Coeficiente del Cultivo (Kc.).....	63

2.4.7. Necesidades de Agua y Tiempo de Riego.....	65
2.4.8. Balance Hídrico.....	66
..	
 CAPITULO 3	
3. RESULTADOS.....	68
 CAPITULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
 APENDICES	
 BIBLIOGRAFÍA	

## **RESUMEN**

El presente trabajo se enmarca dentro de la gestión del recurso hídrico en la agricultura, en el ámbito científico del Riego y Drenaje.

Con la presente investigación se pretende recopilar información detallada de evapotranspiración, humedad e infiltración del agua en el suelo, funcionamiento del riego localizado (goteo) para el sector del Humedal Velasco Ibarra, Península de Santa Elena.

Esta información nos permitirá conocer con estimación técnica la cantidad de agua utilizada para la producción de tomate indeterminado a campo abierto en la época de verano, además de mejorar la eficiencia de los sistemas de riego localizado y la capacidad de retención de agua con que cuentan los suelos del sector, permitiéndonos de esta manera poder manejar adecuadamente la dosis de agua en el cultivo, la misma que amerita ser estudiada por sus elevados costos para lograr un ahorro del recurso en beneficio de una excelente producción.

Para validar esta investigación y alcanzar el objetivo propuesto se recopilará y analizará la información básica en lo que se refiere a datos del cultivo, clima, riegos, optimización de frecuencias de riegos y suelo



## ABREVIATURAS

A	Coefficiente que representa la velocidad de infiltración.
Atm.	Atmósfera.
Cm	Centímetros.
Cm/h	Centímetros sobre hora.
Cu	Coefficiente de Uniformidad
Ea	Eficiencia de aplicación.
Ef.	Eficiencia del sistema de riego.
Eh	Espaciamiento entre hileras.
Ep	Espaciamiento entre plantas.
Ev.	Evaporación de la tina.
Eto.	Evaporación de un cultivo de referencia.
Ev. Tina	Evaporación promedio mensual.
I	Velocidad de infiltración, en láminas por unidad de tiempo.
Kc	Coefficiente del cultivo.
Ks	Perdidas inevitables por precolación profunda, evaporación.
Ktina.	Coefficiente de la tina.
Km/h	Kilómetros sobre hora.
Lb	Lamina bruta de riego.
l/h.	Litros sobre hora.
mm.	Milímetros.
mm/min.	Milímetros sobre minutos.
mm/mes	Milímetros sobre mes.
mm/día	Milímetros sobre día.
Qe	Caudal del emisor en litros,
Qv	Porcentaje de humedad.
Ph	Peso húmedo en gramos.
Ps	Peso seco en gramos.
T	Tiempo de infiltración
Ti	Tiempo de riego en horas.
V	Volumen de agua por área, en metros cúbicos.
Vap	Volumen de agua por planta en litros

## SIMBOLOGÍA

a	Área
°C	Grados centígrados.
gr	gramos
h	horas
Kg	Kilogramos
l	Litros
m	metros
m <sup>2</sup>	metros cuadrados
m <sup>3</sup>	metros cúbicos
ph	potencial de hidrogeno
seg	segundos

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Aclareo de los frutos.....	24
Figura 1.2	Tomate recolectado con coloración rojo intenso.....	25
Figura 1.3	Selección de tomate indeterminado.....	25
Figura 1.4	Empaque de tomate en cajas.....	26
Figura 2.1	Humedal Velasco Ibarra.....	38
Figura 2.2	Laterales de riego en campo .....	41
Figura 2.3	Tina de evaporación clase "A" .....	43
Figura 2.4	Instalación de la tina de evaporación en el sitio.....	48
Figura 2.5	Instalación de la cajeta de madera.....	49
Figura 2.6	Colocación de agua en la cajeta.....	50
Figura 2.7	Colocación de lámina de polietileno negro.....	50
Figura 2.8	Toma de muestras de suelo.....	51
Figura 2.9	Muestras húmedas en el laboratorio.....	53
Figura 2.10	Colocación en el horno eléctrico.....	53
Figura 2.11	Horno eléctrico con muestras de suelo.....	57
Figura 2.12	Instalación de cilindros infiltrómetros.....	57
Figura 2.13	Colocación de agua en el cilindro externo.....	58
Figura 2.14	Registro de lecturas de los cilindros.....	62
Figura 2.15	Registro de lecturas de los emisores.....	62
Figura 2.16	Toma de lecturas.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Consumo de agua a nivel mundial.....	6
Tabla 2	Sistema de producción de tomate, rendimiento potencial.....	6
Tabla 3	Sistema de Riego existente en la parcela.....	43
Tabla 4	Valores teóricos de kc para cultivos anuales y hortícola.....	64
Tabla 5	Resultados de lecturas de evaporación. ....	68
Tabla 6	Evapotranspiración de referencia (Eto).....	70
Tabla 7	Coeficiente del cultivo de tomate.....	71
Tabla 8	Evapotranspiración del cultivo (Etc).....	72
Tabla 9	Porcentaje de humedad en el suelo (parcela de estudio).....	73
Tabla 10	Porcentaje de humedad antes y después en el suelo (parcela de estudio).....	74
Tabla 11	Porcentaje de humedad en el suelo (parcela testigo).....	75
Tabla 12	Porcentaje de humedad antes y después (parcela testigo).....	76
Tabla 13	Rendimiento en parcela.....	81
Tabla 14	Rendimiento en parcela testigo.....	81
Tabla 15	Consumo de agua parcela de estudio.....	82
Tabla 16	Consumo de agua parcela testigo.....	82
Tabla 17	Diferencia de consumo de agua.....	82

## INTRODUCCIÓN

La modernización de sistemas de riego en países en desarrollo, implica remplazar sistemas convencionales de riego como el sistema por surcos; por sistemas más eficientes (riego por goteo, riego por aspersión, Fertirrigación), que poseen una mayor eficiencia en el consumo de agua y aumentos en los rendimientos de los cultivos.

Actualmente, debido a los cambios climatológicos constantes que están ocurriendo no solo en el Ecuador sino también a nivel mundial (sequías), los agricultores del Humedal Velasco Ibarra, en la península de Santa Elena, han optado por incorporar nuevos sistemas de riego para sus cultivos en especial el de tomate Indeterminado variedad Rebeca, donde el método más usado es el riego por goteo, por presentar numerosas ventajas, entre las que sobresale el ahorro de agua, limitante principal en el sector.

Al incorporar nuevos sistemas de riego en el sector y siendo el tomate un cultivo de gran aceptación en el mercado local y altamente rentable, donde muchos agricultores y empresarios se dedican a esta actividad invirtiendo enormes sumas de dinero (riego, fertilización, fumigación, etc.), es indispensable manejar el riego de una manera optima, es decir determinar una programación de riego adecuada.

Los programas de riegos en el cultivo de tomate, son basados en el cálculo de la evapotranspiración, a partir de datos climáticos (Humedad Relativa, Precipitación, Velocidad del Viento),



ajustándose bastante a las necesidades reales de agua en cada época a fase de cultivo, para situaciones específicas.

El presente trabajo de investigación se justifica, ya que para obtener una buena calidad del fruto, uno de los factores es manejar el riego de una manera óptima.

Entre los objetivos planteados podemos mencionar los siguientes:

#### **OBJETIVOS GENERALES:**

- Dar a conocer nuevas técnicas de riego que permitan a los agricultores manejar adecuadamente el recurso hídrico del sector

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Aumentar la eficiencia y optimizar el uso del recurso hídrico para riego por goteo en el cultivo de tomate indeterminado.
- Determinar las necesidades hídricas del cultivo de tomate, en la época de verano mediante la tina de evaporación.
- Evaluar la operación del sistema de riego por goteo en el cultivo de tomate, y por consiguiente, mejorar su producción y calidad.
- Calcular el volumen de agua a aplicar, en base a los datos de evapotranspiración.
- Establecer una programación de riego real, ajustada a las demandas hídricas del cultivo y a la existencia de agua en el suelo.

El resultado será una metodología de fácil aplicación por parte del productor que resuelva el problema de cuándo y cuánto regar, empleando la menor cantidad de agua sin pérdidas apreciables en el rendimiento de tomate.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

La escasez de agua en el mundo desde la dos ultimas décadas (Echaez, 1998), ha conducido al hombre a buscar nuevos sistemas de aplicación de agua en la agricultura que permitan hacer un uso más eficiente de la misma. Si tenemos en cuenta que la agricultura es la principal consumidora de agua entonces, es allí donde hay que hacer el mayor esfuerzo de ahorro.

Dentro de la producción Agrícola, existen diferentes tipos de sistemas de riego como: el riego por gravedad, riego por aspersión, riego por goteo cuyo consumo de agua es de 15000 m<sup>3</sup>, 12000 m<sup>3</sup> 8000 m<sup>3</sup> por hectárea en el cultivo de tomate indeterminado respectivamente.

Los sistemas de microirrigación (riego por goteo y riego por aspersión) son más eficientes en la aplicación de este líquido vital. Esta práctica ha cobrado mucha importancia en las dos o tres últimas

décadas. Solo para citar un ejemplo de ello, entre 1981 y 1985 el área dedicada a sistemas de microirrigación en el mundo se incremento de 400000 a 1.1 millón de hectáreas (Abbot, 1988). Sin embargo para 1996 tan solo los estados de California y Arizona, en USA, estaban utilizando estos sistemas en 1.5 millones de hectáreas, lo que equivale al 15% de la superficie de riego en esos estados (Thompson, 1997). Otros países han invertido grandes sumas en incrementar su superficie bajo sistemas de microirrigación. La causa principal del aumento y del interés en el uso de estos sistemas de microirrigación se debe al agotamiento de las reservas de agua; que existen en la actualidad principalmente las de origen subterráneo y al manejo del agua y fertilizantes.

Según la Tabla #1 los investigadores Biswas y Echavez en base a los datos presentados, han indicado el grave problema que vivirá el mundo en algunos años debido al agotamiento de las reservas de agua.

Según Echavez (1999) el consumo de agua a nivel mundial desde 1900 hasta el 2000 en su totalidad (consumo domestico, industrial, agrícola) fue de  $530 \text{ km}^3 / \text{año}$  y en el 2000,  $5440 \text{ Km}^3 / \text{año}$ , lo que indica que en este lapso de tiempo el consumo de agua se ha



incrementado en  $4910 \text{ km}^3$  / año, el porcentaje de incremento de agua fue del 90.2%. (Ver tabla #1).

Los datos del año 2020 son una proyección en kilómetros cúbicos de agua de la demanda actual, la cual sería muy difícil de abastecer. Por esta razón cabe recalcar la aseveración de que en el futuro las guerras no serán por petróleo sino por agua. Finalmente hay que mencionar que la principal actividad consumidora es la agricultura, con un 70% del total a nivel mundial.

En lo que respecta al sistema de producción de tomate indeterminado realizado en las Palmerillas, España, el consumo de agua varia en función del tipo de sistema de riego que se implemente como por ejemplo el consumo de agua en el riego por gravedad es de  $15000 \text{ km}^3/\text{ha}$ , diferente del de Fertirrigación ( $8000 \text{ km}^3/\text{ha}$ ) e Invernadero ( $7000 \text{ km}^3/\text{ha}$ ). Ver Tabla #2.

Según la potencialidad de los sistemas de fertirrigación para producir grandes cantidades de cosecha con escasos volúmenes de agua.

**TABLA 1**  
**CONSUMO DE AGUA A NIVEL MUNDIAL**

Tipo de Uso	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020
	-----Km <sup>3</sup> / por año-----						
Domestico	-	-	-	30	250	500	850
Industrial	30	45	100	350	750	1350	1900
Agrícola	500	705	1000	1580	2400	3600	4300
<b>Total</b>	<b>530</b>	<b>750</b>	<b>1100</b>	<b>1960</b>	<b>3400</b>	<b>5450</b>	<b>7500</b>

**Fuente:** Los datos del 2020 fueron proyectados a partir de los años previos, Biswas, 1996, citado por Echavez, 1999).

**TABLA 2**  
**SISTEMA DE PRODUCCION DE TOMATE, RENDIMIENTO POTENCIAL Y CONSUMO DE AGUA EN TRES SISTEMAS DE RIEGO.**

Sistema de Riego	Rendimiento T/ha	Consumo de Agua Miles de m <sup>3</sup> / ha	Eficiencia de Uso Kg/m <sup>3</sup> de Agua
Riego de Gravedad	50	15.000	3.3
Fertirrigación a Campo Abierto	100	8000	12.5
Invernadero	250	7000	35.7

**Fuente:** (Biswas, 1996, citado por Echavez, 1999).



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G"  
F. I. M. C. P.

## **1.1 El humedal Velasco Ibarra**

El Humedal Velasco Ibarra, como se lo conoce por los habitantes del lugar, viene su nombre de la palabra humedal es un ecosistema intermedio entre un ambiente permanentemente inundado (lagos) y un ambiente normalmente seco.

En este lugar se ha venido desarrollando producciones agrícolas desde décadas pasadas, en especial la siembra de cultivos de ciclo corto como tomate, pimiento y cebolla, además de la implementación de programas de reforestación con especies arbustivas nativas (Algarrobos, cascol. Guayacán de la costa, guachapelí, pechiche, caoba, cedro y especies introducidas como el Neem), elaboración de abonos orgánicos, que son aplicados a los cultivos y tienen la finalidad de que no afecten al ecosistema.

### **1.1.1 Localización**

El Humedal Velasco Ibarra se encuentra localizado aproximadamente a un kilómetro en la vía La Libertad – Anconcito.

Políticamente comprende a la parroquia Anconcito, cantón Salinas, provincia del Guayas. (Datos del Municipio de Sainas 2004)

El clima de la zona es tropical seco, con una precipitación anual promedio de 113 milímetros por año; la temperatura alcanza una media anual de 23.3 grados centígrados; la insolación promedio de 1181.6 horas por año; y, la Humedad relativa del 83 por ciento. (INOCAR, 2005).

#### **1.1.2 Antecedentes y Situación Actual**

Como todos sabemos en la Península de Santa Elena en los últimos años existen buenos niveles de producción agrícola, en la zona de Zapotal, Pechiche y el Azúcar. Además de la producción el cultivo de tomate indeterminado a campo abierto en el Humedal Velasco Ibarra, que son la base económica agrícola de la península.

Desde el año 2000 en el Humedal Velasco Ibarra, se venido incorporando nuevos sistemas tecnológicos de riego como el goteo, con el objeto de ahorrar al máximo el factor limitante

del sector, que es el recurso agua, con el fin de mejorar su uso adecuado.

### **1.1.3 Datos Metereológicos**

Los datos metereológicos representan una recopilación de información climatologica, como precipitación, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar que son indispensables para poder llevar a cabo nuestro estudio.

En este trabajo se ha recopilado información metereológica actualizada de distintas zonas de la península de Santa Elena con la finalidad de que puede ser utilizada para futuras investigaciones. (Ver Anexo # 1.1 ) (INOCAR,2005).

### **1.1.4 Tipos y Usos de suelos.**

#### **Textura**

La textura de un suelo se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla del mismo. La clasificación de estas partículas se hace de acuerdo a su tamaño.



La arena constituye partículas con diámetro de 0.05 – 2 mm, el limo 0.05 – 0.002 mm y la arcilla menos de 0.002 mm. La mayoría de los suelos contienen una mezcla de arena, limo y arcilla. Si predomina la arena, los suelos se denominan arenosos. Si es la arcilla se denominan arcillosos.

La textura es una importante propiedad del suelo, ya que afecta la cantidad de área superficial expuesta por el suelo y la cantidad y tamaño de poros. Al disminuir el tamaño de partículas, aumenta el total de área superficial disponible para la adsorción de agua y nutrientes, así como la cantidad y tamaño de poros que determinan la cantidad y velocidad del aire y del agua en el suelo. De esta forma, el movimiento, poder de retención y suministro del agua y la fertilidad, erosión y aireación del suelo están estrechamente relacionadas con la textura.

### **Profundidad del suelo**

La profundidad efectiva del suelo, es decir el volumen de suelo que puede ser explorado por las raíces de las plantas, es un criterio importante en la selección de tierras para riego. Los suelos superficiales requieren de riegos frecuentes para

que los cultivos se desarrollen. Cuando se riegan suelos superficiales que están asentados en arenas y gravas, se suelen presentar pérdidas excesivas por precolación profunda.

Los suelos profundos, de textura media y estructura suelta ayudan a las plantas a desarrollar un sistema radical fuerte, permiten el almacenamiento de grandes cantidades de agua y favorecen así un crecimiento satisfactorio de las plantas durante periodos relativamente largos entre riegos. Sin embargo, pueden haber limitaciones como la presencia de capas arenosas en el subsuelo, nivel freático alto, capas compactadas o subsuelo rocoso.

El volumen de agua realmente absorbido por las plantas es prácticamente similar para suelos superficiales y profundos. Sin embargo, se requiere mas agua durante el crecimiento para regar el cultivo en un suelo superficial que la que se necesita para el mismo cultivo en un suelo profundo. Esto se debe fundamentalmente a las pérdidas ocurridas durante el mayor número de riegos en suelos superficiales.

En un suelo bien drenado una profundidad de 150 cm es la ideal, experiencias en el campo han demostrado que muchos cultivos anuales y perennes producen excelentes rendimientos con profundidades efectivas de suelo bien drenadas de 90 cm.

Con un buen manejo del cultivo y del riego, la mayoría de los cultivos dan buenos rendimientos con profundidades del suelo de apenas 50 cm. Una profundidad del suelo de 90 cm. es frecuentemente considerada como el mínimo para un nivel de producción alto, con un manejo aceptable del cultivo.

## **1.2 El cultivo de tomate indeterminado**

Según información dada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) ESPAC 2003, en el Ecuador, el área cultivada de tomate es de 2769 Ha, el área cosechada es de 2600 Ha, con una producción de 45056 Tm. Las cuales están distribuidas de la siguiente manera: en la región costa se encuentran 1441 hectáreas y en la región sierra 1328 hectáreas.



### 1.2.1 Taxonomía y Morfología

El tomate pertenece a la Familia: Solanaceae, su nombre científico es: *Lycopersicum esculentum* Mill.

Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

#### **-Sistema radicular**

Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos, las siguientes estructuras: epidermis; donde se ubican los pelos absorbentes especializados en absorber agua y nutrientes; la corteza y el cilindro central, donde se sitúa el xilema.

#### **Tallo principal**

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias.

En la estructura del tomate, de fuera hacia dentro, se encuentra la epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares; corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

#### **- Hoja**

De tipo compuesta e imparimpinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

#### **-Flor**

Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma

helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, formando un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre Mediano y Grande; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, que pueden contener algunas hasta más de 300 flores.

La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor de la corteza. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

**-Fruto**

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

**1.2.2 Requerimientos edafoclimáticos**

El manejo racional de los factores climáticos (precipitación, luminosidad, humedad relativa, viento) de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo de tomate, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos factores incide sobre los demás.

**-Temperatura**

La temperatura óptima de desarrollo del tomate oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C, afectan la fructificación, por el mal desarrollo de óvulos, del sistema radicular y la planta en general. Las temperaturas inferiores a 12-15°C también

originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12°C, la fecundación es defectuosa o nula.

La maduración del fruto está muy influenciada por la temperatura tanto en la precocidad como en la coloración, de esta forma valores cercanos a los 10°C, así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas. Cabe mencionar que en los frutos estos valores de temperatura descritos anteriormente son referenciales, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

#### **-Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto, además que dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. (FAO,2000)

El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período



de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

### **-Luminosidad**

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad. (FAO,2000)

### **-Suelo**

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura areno-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillo-arenosos. (FAO,2000)

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos.

### **1.2.3 Manejo del cultivo**

#### **Marcos de plantación**

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada.

El distanciamiento más frecuentemente para el cultivo de tomate es de 1,5 metros entre líneas y 0,5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a 2 plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0,5 m. (Manuel Donoso, personal)

Cuando se tutoran las plantas con hilos las líneas deben ser en pares para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm.

#### **Poda de formación**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado como Rebeca, Dominique. Esta poda se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los

primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado.

### **Aporcado**

Práctica que se realiza en suelos arenosos, tras la poda de formación, con el fin de que se forme un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena.

### **Tutorado**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación solar, oxigenación y la realización de las labores culturales (podas de formación, control de malezas, aporcado, destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción de la planta de tomate suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la



planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

1.-Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

2.-Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad su tallo.

3.-Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

### **Destallado**

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades.

En épocas de riesgo como los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre. (SICA, 2000)

### **Deshojado**

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente, eliminando así la fuente de inóculo.

### **Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático y el aclareo selectivo. El primero consiste en una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. (SICA, 2000)

El segundo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre. (Ver Fig 1.1)



**FIGURA 1.1 ACLAREO DE LOS FRUTOS EN EL  
TOMATE INDETERMINADO VARIEDAD  
REBECA, EN LA PARCELA DE  
ESTUDIO, JUNIO 2005.**

### **Fertirrigación**

En los cultivos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo. La Fertirrigación del cultivo de tomate va ser función del estado fenológico de la planta.

#### **1.2.4 Cosecha**

Los frutos son recolectados con coloraciones anaranjado-rojo cuando los lugares de destino son lejanos y rojo- intenso cuando el mercado es local. (Ver Fig. 1.2)



**FIGURA 1.2. TOMATE RECOLECTADO CON  
COLORACIÓN ROJO INTENSO PARA SU  
DISTRIBUCIÓN EN EL MERCADO LOCAL.**

Luego se los selecciona de acuerdo al tamaño que posean y al sitio que va ser destinado. (Ver Fig 1.3)



**FIGURA 1.3 SELECCIÓN DE TOMATE INDETERMINADO  
PARA SER TRASLADADO A DISTINTOS  
MERCADOS.**



Luego se empaca en cajas, tapando la parte externa con funda de cartón, para su posterior distribución. (Ver Fig 1.4)



**FIGURA 1.4 EMPAQUE DE TOMATE PARA SU  
POSTERIOR DISTRIBUCION.**

### **Postcosecha**

**Calidad:** la calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

**Forma:** bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).



**Color:** color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro).

**Apariencia:** lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeño. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato o cicatriz leñosa pistilar, sutura, quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

**Firmeza:** firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobremadurez.

**Temperaturas óptimas de almacenamiento del tomate indeterminado:**

Verde Maduro: 12.5-15°C.

Rojo Claro: 10-12.5°C.

Maduro Firme: 7-10°C de 3 a 5 días.

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C durante 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color.

**Temperaturas de maduración:** 18-21°C; 90-95% HR para una maduración normal, 14-16°C para una maduración lenta (por ejemplo, en tránsito).

**-Humedad relativa óptima:** 90-95%; la humedad relativa alta es esencial para maximizar la calidad postcosecha y prevenir la pérdida de agua (deseccación). Los períodos prolongados de elevada humedad o la condensación pueden incrementar las pudriciones de la cicatriz del pedúnculo y de la superficie del fruto.

### 1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO

#### **Requerimiento de agua**

Las propiedades del suelo juegan un papel importante en la programación del riego y el manejo del agua.

Las plantas extraen agua del suelo hasta que el remanente de ésta queda tan fuertemente ligada, que es inaccesible para el cultivo, produciendo el punto de marchitamiento permanente. El volumen de agua disponible para el cultivo, depende del volumen radicular y de las características de retención de agua del suelo. La radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y el viento, influyen en la cantidad y la tasa de agua usada por la planta.

Los balances hídricos o procedimientos contables (laminas de riego, tiempos de riego) se utilizan para ayudar a programar el riego,

tomando en cuenta el agua en el suelo y sus adiciones y subtracciones. La información se usa para determinar si es necesario regar, a fin de mantener el nivel real de agua en el suelo, por encima del agotamiento permisible.

Alfaro (1997); manifiesta que tanto el riego excesivo, como el insuficiente, son perjudiciales para el rendimiento de los cultivos. Algunas de las prácticas de manejo a considerarse en un sistema de riego localizado, son las siguientes:

Conocer las fases de desarrollo del cultivo, las características del suelo y la eficiencia del sistema de riego.

Programar el riego basándose en la demanda de agua del cultivo.

Mantener un registro del uso de agua del cultivo, anotando la cantidad utilizada diaria y semanalmente.

Medir la evaporación y por ende, la evapotranspiración.

Determinar la humedad del suelo en la zona radicular.

Sondeo del terreno para medir la humedad del suelo, tanto durante, como después del riego, y así determinar la profundidad de penetración del agua.

**Necesidades de agua de los cultivos.**

El agua es el elemento indispensable para que la planta pueda realizar sus funciones vitales (fotosíntesis, transporte de sustancias alimenticias). Es conocido que la cantidad de agua que las plantas transpiran es mucho mayor que la que retienen y llega a formar parte de ellas (usada en procesos de crecimiento y fotosíntesis). La transpiración puede considerarse, por tanto, como el consumo de agua por la planta. Desde la superficie del suelo se producirá la evaporación del agua de las capas más superficiales.

La cantidad de agua que supone ambos procesos, transpiración y evaporación, suele considerarse de forma conjunta, simplemente porque es muy difícil calcularla por separado. Por lo tanto, se considera que estas necesidades están representadas por la suma de la evaporación directa de agua desde el suelo más la transpiración de las plantas, en lo que se denomina evapotranspiración (Et).

La evapotranspiración suele expresarse en milímetros de altura de agua evapotranspirada en cada día (mm/día) y es una cantidad que variará según el clima y el suelo.

### 1.3.1 Riegos localizados

Los riegos localizados son aquellos de bajo caudal de suministro de agua y alta frecuencia de aplicación que pueden llegar en algunos casos a ser considerados como verdaderos riegos de precisión. Se denominan localizados debido a que el agua se aplica en puntos concretos del suelo, de modo que se humedece solamente una parte del mismo.

Los objetivos del riego son básicamente, aportar el agua requerida por las plantas en cantidad suficiente y en el momento oportuno. Sin embargo, no se cumplen adecuadamente si no se asegura que los riegos se apliquen en forma uniforme. Esto quiere decir que todas las plantas sean provistas de la misma cantidad de agua. Aquí aparece el concepto de diseño del sistema de riego, que es válido tanto para los riegos de tipo gravitacional como para los del tipo presurizado

La mayor difusión de este tipo de riegos frente a los convencionales se debe a las ventajas que presentan:

- Mantienen una zona localizada del suelo con una humedad más o menos constante, y superior al umbral mínimo exigido por los cultivos.



- Poseen mejor uniformidad, se tiene menor variación del contenido de humedad del suelo en la zona de mayor desarrollo de las raíces, siendo esta la principal diferencia con los demás tipos.

-Es eficiente en suelos arenosos, donde se puede llegar a duplicar el rendimiento en comparación con los riegos por aspersión o superficie.

Dentro de los riegos localizados puede diferenciarse también según el caudal de agua utilizado así:

1. Riegos localizados de bajo caudal (menos de 16 l/h). Son los riegos por goteo, exudación, etc.
2. Riegos localizados de alto caudal (más de 16 l/h y menos de 150 l/h). Son los riegos por microaspersión, difusión, etc.

Estos sistemas de riego son además muy apropiados para la fertirrigación, ya que permiten mantener una zona delimitada del suelo, a disposición de las raíces, además de un grado satisfactorio de humedad y la concentración de elementos óptima para el desarrollo del cultivo.



- Poseen mejor uniformidad, se tiene menor variación del contenido de humedad del suelo en la zona de mayor desarrollo de las raíces, siendo esta la principal diferencia con los demás tipos.

-Es eficiente en suelos arenosos, donde se puede llegar a duplicar el rendimiento en comparación con los riegos por aspersión o superficie.

Dentro de los riegos localizados puede diferenciarse también según el caudal de agua utilizado así:

1. Riegos localizados de bajo caudal (menos de 16 l/h). Son los riegos por goteo, exudación, etc.
2. Riegos localizados de alto caudal (más de 16 l/h y menos de 150 l/h). Son los riegos por microaspersión, difusión, etc.

Estos sistemas de riego son además muy apropiados para la fertirrigación, ya que permiten mantener una zona delimitada del suelo, a disposición de las raíces, además de un grado satisfactorio de humedad y la concentración de elementos óptima para el desarrollo del cultivo.

### **Ventajas del riego localizado**

Con este sistema de riego sólo se humedece una parte del suelo, de donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesita e implica una alta frecuencia de aplicación. Estas características de localización y alta frecuencia suponen una serie de ventajas tanto agronómicas como económicas, así como algunos inconvenientes.

Entre las ventajas de tipo agronómico cabe destacar las siguientes:

1.- Un ahorro de agua, debido a la reducción de la evapotranspiración y, de las pérdidas de agua en las conducciones y durante la aplicación, a la alta uniformidad de riego, siempre que el sistema esté bien diseñado y mantenido, y a la posibilidad de medir y controlar la cantidad de agua aportada.

2.-Es posible mantener el nivel de humedad en el suelo más o menos constante y elevado, sin que lleguen a producirse encharcamientos que provoquen la asfixia radicular o faciliten el desarrollo de enfermedades.

Posibilita la utilización de aguas de menor calidad, debido a la alta frecuencia de riego, que hace que las sales estén más diluidas,

disminuyendo su efecto osmótico y lavando de forma continua el bulbo húmedo que se forma alrededor del gotero.

3.-Hace posible la fertirrigación, lo que conlleva un ahorro de fertilizantes y de mano de obra, una mejor distribución de estos en el tiempo y en el espacio y una mejora en la asimilación de nutrimentos y permite actuar rápidamente ante deficiencias.

4.-Permite la aplicación de otros productos, a parte de los fertilizantes, a través del agua de riego.

5.-Facilita el control de malas hierbas, ya que éstas se localizan tan sólo en el área húmeda.

En cuanto a las ventajas de tipo económico y de manejo, las principales son las siguientes:

1.- El gasto energético es menor, debido a la reducción de los consumos de agua y a las menores necesidades de presión.

2.- Se reduce la mano de obra necesaria para el manejo del riego.

3.- Se presta a una fácil automatización.

Los principales inconvenientes se refieren a:

1.- Facilidad de obturación de los emisores.

2.- Aumento del costo de las instalaciones respecto a otros sistemas de riego.

3.- Necesidad de presión para su funcionamiento.

4.- Creación de zonas de acumulación salina, debido al lavado localizado de sales, de forma que son necesarios riegos por inundación u otro sistema para el lavado de sales.

### **1.3.2 El riego por goteo**

El Riego por goteo consiste en la aplicación de agua en un punto del suelo por medio de uno o varios emisores con un caudal de agua bajo y con una aplicación frecuente o continua adaptada a las necesidades de la planta. En este sistema de riego se aplica el agua únicamente a la zona del suelo que exploran las raíces del cultivo. Esta aplicación se realiza mediante emisores (goteros) a los que llega el agua a través de una red de tuberías a presión.

#### **Características de la aplicación del agua en los sistemas de riego por goteo.**

En el riego por goteo el agua no moja la totalidad del suelo, sino sólo la parte en la que se encuentra el sistema radicular de los cultivos. El agua, una vez aplicada, se redistribuye en el suelo en función de las características que tiene el terreno. La zona del suelo que recibe el agua de riego se denomina bulbo húmedo. La forma que adopta el bulbo húmedo depende de la textura del

suelo, el caudal de cada emisor, el número de emisores y el tiempo de riego.

De estos cuatro factores, el único que no se puede controlar es la textura del suelo de la parcela a regar. Por este motivo, los otros tres factores (tiempo de riego, caudal y número de emisores) son los que se pueden adaptar para que la forma del bulbo húmedo sea la adecuada a las necesidades del cultivo.

### **Componentes de un sistema de riego por goteo.**

Los elementos que componen este tipo de sistema de riego son los siguientes:

1. Una bomba para aportar presión al sistema. En caso de existir suficiente presión natural este elemento no es necesario.
2. Un cabezal de riego. Dentro de este elemento se encuentran el sistema de filtrado y el equipo de fertirrigación y el de tratamiento del agua de riego. También integran el cabezal de riego todos los equipos automáticos del sistema y los elementos de medida y control del agua aplicada.
3. Una red de tuberías de distribución a presión que pueden ir sobre el suelo o enterradas.



4. Emisores que aplican el agua de riego en la superficie del suelo (goteros superficiales, tuberías perforadas), en la zona radicular (goteros enterrados) o en forma de una fina lluvia (microaspersores).

### **1.3.3 La tina de Evaporación**

La tina de evaporación Clase "A" Estándar es un dispositivo que nos sirve para medir la cantidad de agua que se evapora hacia la atmósfera por efecto de la radiación solar, temperatura, velocidad del viento y humedad relativa, expresada en milímetros por día.

Es de forma circular de hierro galvanizado calibre 22 de 47.5 pulgadas de diámetro (47.52 in), 10 pulgadas de profundidad (25.5 cm.) y 8 mm de espesor. (Ver Fig 1.4)

El uso de la bandeja Clase A, como indicador de riego, debe ser muy cuidadoso debido a que la validez de sus mediciones depende de una serie de factores, entre los que se cuentan: el material de fabricación de la bandeja, el color.





**FIGURA 1.4 TINA DE EVAPORACIÓN CLASE A  
UBICADA EN LA PARCELA  
EXPERIMENTAL, DICIEMBRE 2004**

Debe instalarse en un lugar despejado, que permita estimar los efectos integrados del clima. Además se debe de considerar la distancia existente entre la plantación y el sitio de instalación de la tina, ésta distancia puede ser 10, 100 ó 1000 metros; además se debe tomar en consideración si se la va a instalar sobre cubierta verde o barbecho de secano.

Hay que tomar en cuenta que la tina debe instalarse sobre una plataforma de madera cuadrada de aproximadamente 130 cm. por lado y de 15 cm. de altura; esta plataforma debe estar nivelada. Además debe estar protegida con malla, con la finalidad de

protegerla de agentes externos tales como: pájaros, animales, personas, etc.

#### **1.3.4 Humedad del suelo**

La Humedad que posee el suelo es considerada también a l agua contenida en el suelo disponible para las plantas, la cual debe estar comprendida entre entre los limites mínimos y máximos de humedad del suelo, que son el índice de marchitez y la capacidad de campo que posee el cultivo. La capacidad de campo es cuando un suelo esta saturado de agua y se permite que el agua drene libremente. Esta situación es muy favorable para el desarrollo de los cultivos, que encuentran en el suelo agua abundante retenida con una energía que es fácilmente superada por la de succión de las raíces, al mismo tiempo que el suelo está lo suficientemente aireado para permitir la respiración radicular.

El punto de marchitez se debe a que el contenido de agua desciende por debajo de la capacidad de campo como consecuencia de la evaporación y la transpiración de las plantas. La película de agua que rodea a las partículas del suelo se hace cada vez más fina y a medida que el contenido de agua disminuye, se hace más difícil la absorción de agua por las raíces que experimentan una marchitez irreversible.

# CAPÍTULO 2

## MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Ubicación del ensayo

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Humedal Velasco Ibarra, perteneciente al Municipio del Cantón Salinas, localizado aproximadamente, a dos Kilómetros de la parroquia Anconcito. (Ver Fig. 2.1)

Los límites comprenden a la parroquia Anconcito, cantón Salinas, provincia del Guayas.

Geográficamente está ubicada en las siguientes coordenadas: Latitud: 02° 12 min. 4 seg. Sur, y Longitud: 80° 52 m 0 seg. Oeste.

El cuanto al clima se lo ha clasificado en tropical seco, con una precipitación anual promedio 35.9 mm hasta octubre del 2004; la temperatura alcanza una media anual de 26 grados centígrados; la insolación promedio de 113.55 horas por año, y, la humedad relativa del 83.4 por ciento. (Datos proporcionados por la Estación Meteorológica de La Libertad, 2004).



**FIGURA 2.1 HUMEDAL VELASCO IBARRA, PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA,**

## **2.2 Descripción de la parcela experimental**

De acuerdo a los objetivos planteados en este estudio, se instaló una parcela experimental con una superficie útil de seis mil quinientos metros cuadrados ( $6.500 \text{ m}^2$ ), sembrados con un tipo de variedad de tomate indeterminado llamado Rebeca, con un distanciamiento de siembra de 0.5 metros entre plantas por 1 metro entre hileras.

Presentándose 68 hileras de tomate indeterminado, que se encuentran regadas bajo el sistema de riego por goteo, teniendo aproximadamente un número de 13122 plantas.

Para llevar a cabo el estudio se usaron varios métodos como evapotranspiración que se la realizó en el campo, humedad del suelo con una fase de campo y de laboratorio, infiltración con una fase de



campo, evaluaciones del sistema de riego, fase de campo que serán descritas posteriormente.

Se tomo también como referencia una parcela testigo que nos permitirá realizar las comparaciones necesarias de nuestros resultados.

### 2.2.1 Descripción del sistema de riego

El agua que se utiliza para el riego es extraída a través de pozos con profundidades de 15 a 20 m aproximadamente. Según análisis de agua realizados en la unidad de control de calidad del área ambiental de Petroindustrial se determinó que el agua presenta sustancias alcalinas débiles  $\text{CO}_3\text{H}^-$  y Fosfatos, no existe presencia de alcalinos fuertes como  $\text{OH}^-$  y  $\text{CO}_3^{=}$ , además existe una buena presencia de materia orgánica.

El sistema de riego existente en la parcela esta constituido por una tubería secundaria de 50 milímetros de diámetro nominal, (50mm), conectada a una válvula de una pulgada, con una tubería múltiple de (32mm), de diámetro nominal

La múltiple contiene 68 tuberías de laterales de polietileno, de dieciséis milímetros de diámetro, con goteros insertados en la tubería, marca HYDRODRIP II, gotero de color verde integral con laberinto preciso, según información proporcionada por el

proveedor debe erogar un caudal de 1.7 l/h, presentado dos goteros por planta con distanciamiento continuos. (Ver Fig. 2.2)

**TABLA 3**  
**SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE EN LA PARCELA.**

<b>Tubería Secundaria (diámetro)</b>	<b>Tubería múltiple (diámetro)</b>	<b>Tuberías Laterales (diámetro)</b>	<b>Tuberías Laterales</b>
50 mm	32 mm	16 mm	68



**FIGURA 2.2 LATERALES DE RIEGO EN LA PARCELA DE ESTUDIO.**

**2.3 Materiales**

Dentro del trabajo se usaron los siguientes materiales:

- ❖ Planilla de datos de tina evaporimétrica
- ❖ Fotocopias
- ❖ Recipiente (graduado con medidas de volumen)
- ❖ Un nivel de carpintero
- ❖ Papel para gráficos
- ❖ Recipiente (para pesar muestras de suelo)
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Materiales y útiles de oficina.



## Equipos

Con el fin de realizar los estudios se emplearon los siguientes equipos:

- ❖ Tina de evaporación, tipo A Standard
- ❖ Barrenos
- ❖ Horno eléctrico de laboratorio
- ❖ Granera
- ❖ Calculadora
- ❖ Computadora
- ❖ Cronómetro
- ❖ Válvula de vacío
- ❖ Cilindros infiltrómetros
- ❖ Pala
- ❖ Equipos de dibujo
- ❖ Vehículo

## 2.4 Metodología

### 2.4.1 Recopilación de información

Se recopiló y se analizó la información básica en lo referente a: cultivo, clima, riegos, optimización de frecuencias de riegos, por medio de la tina de evaporación, la misma que será descrita a continuación:

### 2.4.2 Evapotranspiración

#### Tanque Evaporímetro

Se fabricó en un taller, el tanque evaporímetro tipo clase A, que tiene forma circular, de 122 centímetros de diámetro y 25 centímetros de profundidad, de hierro galvanizado (de acuerdo a las normas dadas por el (U.S Service Conservation Soil).

Además, se construyó una plataforma de madera de 15 centímetros de altura y una estructura de madera de forma cuadrada, recubierta con una malla protectora de 1.50 metros de altura, y una base de 1.30 metros de lado.

Se procedió a instalar el tanque evaporímetro en un sector dentro del Humedal Velasco Ibarra, ubicando la plataforma sobre el suelo despejado y a nivel, y a la vez, la estructura de madera para protección de aves y animales domésticos.

### **Metodología**

El tanque evaporímetro permite estimar los efectos integrados del clima, tales como la radiación solar, la temperatura, el viento y la humedad relativa, en función de una evaporación de agua libre de superficie, con dimensiones Standard tipo A.

CLIMA = f (Tina)

El método consiste en llenar el tanque hasta 5 centímetros antes del borde y se comenzó a tomar lecturas todos los días, a la misma hora, indicando la evaporación, en las veinticuatro horas precedentes y sin dejar que se vacíe, llegando a un nivel máximo

de 7 centímetros desde el inferior donde se procede a llenar el mismo.

Las lecturas diarias fueron anotadas en planillas de recopilación de datos para el tanque evaporímetro de donde se pudo determinar la Ev. (Evaporación de la tina), en milímetros por día (mm/día) y después, en milímetros por mes (mm/mes), aplicando las siguientes fórmulas:

Lectura diaria = A la diferencia entre la profundidad del agua en los días 1 y 2 más la lluvia caída durante el día 1, es la Et. Para el día 1, en (mm/día).

Ev. mes (mm/mes) = a la suma de lecturas diarias.

Ev. Promedio = a la división del Et. Mes para el número de días del mes, en mm/día.

Entonces, la FAO determinó que la evapotranspiración de la superficie de agua por un coeficiente de la tina:

$$Eto = Ev. \text{ tina} \times K \text{ tina}$$

de donde:

Eto. = Evapotranspiración de un cultivo de referencia.

Ev.tina = Evaporación promedio mensual.

Ktina = coeficiente de la tina.

El coeficiente de la tina se lo determinó con la velocidad del viento, humedad relativa y distancia a barlovento de la plantación (a 10 m), por medio del cuadro 19 del manual número 24 de la FAO. (Ver anexo 2.1)

Los datos climáticos de esta zona son los siguientes: la velocidad del viento promedio anual es de (3.4 m/seg.), la humedad relativa media es de 83.4 % datos proporcionados por la estación meteorológica de La Libertad, con lo que se logro obtener el coeficiente de la tina de la FAO estimado en 0.75 para estas condiciones climáticas.

Las planillas de recopilación de datos de la tina de evaporación se la puede observar en el anexo 2.2.



**FIGURA 2.4 INSTALACIÓN DE LA TINA DE EVAPORACIÓN  
EN EL SITIO.**

### **2.4.3 Determinación de la humedad del suelo**

La humedad del suelo en el sitio se la determinó por el siguiente método:

#### **2.4.3.1 Método Gravimétrico**

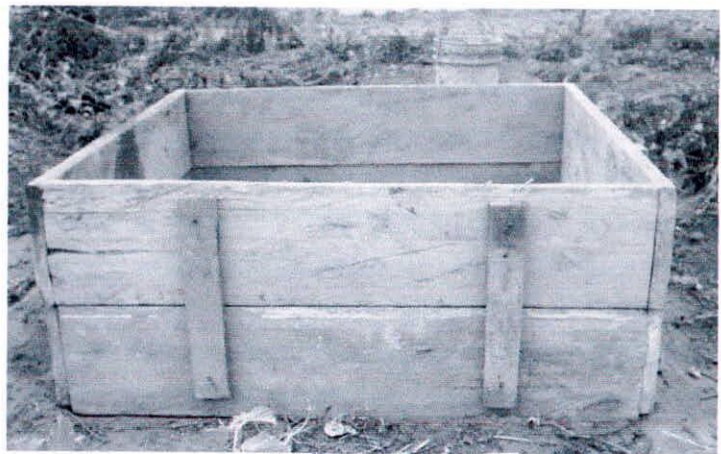
Para la obtención de las muestras por el método gravimétrico, se siguió la técnica del cajete descrita a continuación:

Se procedió a colocar sobre el suelo un cajete de madera de un metro de largo, por un metro de ancho y 45 centímetros de profundidad, se lo enterró a 5 centímetros, aproximadamente, y se los recargó de tierra, alrededor del cajete, aprisionándolo lo mejor posible.

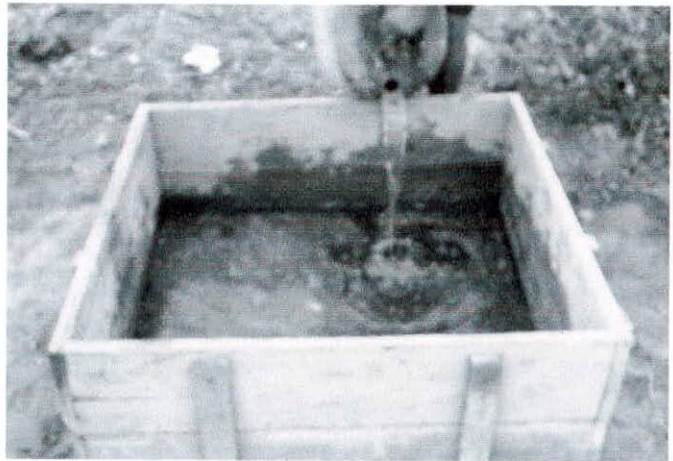


Inmediatamente, se vació dentro del cajete 400 litros de agua y una vez que desapareció el agua superficial, se cubrió con una lámina de polietileno negro.

Se procedió a tomar muestras de suelo a 30, 60 y 90 centímetros de profundidad, cada 24, 48 y 72 horas, después de haber vaciado el agua sobre el cajete, y, se procedió a determinar las condiciones de humedad respectivamente; y se graficó con tiempo en las abscisas y porcentajes de humedad en las ordenadas. Los gráficos nos señalan cuando el contenido de humedad se hace más o menos constante, que será la capacidad de campo buscada (Véase Anexos 2.3 y 2.4).



**FIGURA 2.5 INSTALACIÓN DE LA CAJETA DE MADERA.**



**FIGURA 2.6.- COLOCACIÓN DE AGUA EN LA  
CAJETA DE MADERA.**



**FIGURA 2.7.- COLOCACIÓN DE LÁMINA DE  
POLIETILENO NEGRO, LUEGO  
DE DESAPARECER EL AGUA  
SUPERFICIAL.**





**FIGURA 2.8 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO.**

Después de recolectar las muestras del campo a distintas profundidades, se procedió a llevarlas al laboratorio de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, se pesaron las muestras húmedas en la gramera y después se las introdujo en el horno eléctrico, a 105° centígrados, por 24 horas. Luego se pesó el suelo seco y la lata, para poder obtener el porcentaje de humedad, de la siguiente manera:

Se restó el peso de las muestras húmedas menos el peso de la lata.

(De donde obtuvo el peso húmedo de la muestra).

$$\theta_v = \frac{(P_h - P_s)}{P_s} \times 100$$

De donde:

$\theta_v$  = porcentaje de humedad.

$P_h$  = peso húmedo de gramos.

$P_s$  = peso seco en gramos.

Después, se procedió a realizar el mismo proceso de laboratorio para muestras tomadas antes y después del riego en bulbo mojado de los goteros, a una profundidad de 30 y 60 centímetros, la misma que es estimada, dependiendo del tipo de cultivo, edad fisiológica y de la profundidad radicular que se presente en el momento de estudio.

Con estos estudios se pudo determinar la capacidad de campo existente en el suelo a distintas profundidades, donde actúan las raíces efectivas de los cultivos y la cantidad de agua que está estimada entre los perfiles de 30 a 60 centímetros.





**FIGURA 2.9 MUESTRAS HÚMEDAS EN EL  
LABORATORIO.**



**FIGURA 2.10 COLOCACIÓN EN EL HORNO  
ELÉCTRICO.**





**FIGURA 2.11 HORNO ELÉCTRICO CON MUESTRAS DE SUELO.**

#### **2.4.4 Determinación de la infiltración**

Para el diseño e instalación de un sistema de riego, uno de los factores importantes a considerarse, es la capacidad de penetración de agua en el suelo y la velocidad de la misma.

Para poder determinar la velocidad de infiltración, depende de varios factores, entre los que se encuentra, textura y contenido de humedad del suelo, la cantidad de agua empleada para el riego, temperatura del agua y estructura del suelo.

Por eso, es necesario conocer con qué tipo de suelo contamos para diseñar el sistema de riego adecuado; la determinación de la infiltración en la parcela de estudio se la efectuó en el sistema de riego establecido el cual es el riego por goteo.

Para esta prueba se utilizó el método de los cilindros infiltrómetros concéntricos ubicados en el bulbo húmedo de los goteros, realizando dos pruebas en el sistema de riego.

Los cilindros son de hierro con las siguientes dimensiones de 38 centímetros de diámetro, 30 centímetros de largo y 3 milímetros de espesor, para el cilindro externo; y 20 centímetros de diámetro, 20 centímetros de largo, y 3 milímetros de espesor para el cilindro interno

### **Prueba**

- ❖ Se clavó en el suelo el cilindro de menor diámetro a unos 15 centímetros de profundidad.
- ❖ Luego se procedió a clavar el cilindro de mayor diámetro a unos 10 centímetros.
- ❖ Se llenó con agua; primero el cilindro externo, luego se protegió la cavidad del cilindro interno con un plástico, se lo llenó de agua y al momento de tomar las lecturas se retiró el plástico y se registraron las lecturas, minuto a minuto, y luego durante intervalos de 5, 10, 15, 30 y 60 minutos ó que se estabilicen las lecturas. (Véase en el anexo 2.5).

- ❖ Se permitió el descenso del agua en el cilindro interior hasta un 30% de su lámina inicial; luego de lo cual se repuso al nivel inicial.



**FIGURA 2.12 INSTALACIÓN DE CILINDROS INFILTROMETROS.**



**FIGURA 2.13 COLOCACIÓN DE AGUA EN EL CILINDRO EXTERNO.**





**FIGURA 2.14 REGISTRO DE LECTURAS DE LOS CILINDROS.**

### **Ecuaciones de la infiltración**

Para la determinación de la infiltración se ha propuesto varias ecuaciones empíricas, se utilizó la planteada por KOSTIAKOW que expresa la velocidad de infiltración en un punto:

$$I = a \cdot t^b$$

Donde:

$I$  = velocidad de infiltración, en láminas en milímetros por unidad de tiempo. (mm/min. ó mm/h ó cm./h).

$a$  = es un coeficiente, el cual representa la velocidad de

Infiltración: tiempo = 1.0 en mm/min  $^{(1+b)}$  o mm/h  $^{(1+b)}$ .

$b$  = es un exponente sin dimensión, siempre es negativo y con valores que van de 0 a -1.0.

$t$  = tiempo de infiltración dado en minutos u horas.

### **Infiltración acumulada**

Si se deriva la infiltración acumulativa con respecto al tiempo, obtendremos la ecuación:

$$I_{\text{acum.}} = 60 b T^{(b-1)} = \text{mm/h}$$

Que corresponde a la velocidad de infiltración.

## **2.4.5 Evaluación de los sistemas de riego**

Para la evaluación de los sistemas de riego existentes en la parcela de estudio, se siguieron los siguientes procedimientos:

### **2.4.5.1 Eficiencia de aplicación**

Se determino la eficiencia de aplicación del sistema de riego mediante la siguiente formula:

$$E_a = K_s \times C_u$$

De donde:

$E_a$  = eficiencia de aplicación

$K_s$  = pérdidas inevitables por percolación profunda, evaporación.

$C_u$  = Coeficiente de Uniformidad de Distribución.

El  $K_s$  está considerado en un rango que va del 10 al 15 por ciento.



#### 2.4.5.2 Coeficiente de uniformidad

Se determinó en el campo, mediante el siguiente procedimiento:

- ❖ Se escogió el estudio del sistema de riego existente de manera uniforme, poniendo en funcionamiento la instalación, de acuerdo con las condiciones normales de manejo.
- ❖ Se determinó cuatro tuberías laterales sobre la tubería múltiple, una cerca de la válvula, otra cerca del extremo, las otras entre las dos primeras y situadas a igual distancia.
- ❖ Se utilizó un manómetro de glicerina con una aguja de inserción para medir la presión en condiciones normales de funcionamiento al inicio y al final de cada lateral, es decir que se lograron obtener 8 lecturas de presión.
- ❖ Se escogió de cada tubería lateral dos emisores contiguos y cuatro emplazamientos distintos; al principio, a un tercio, a dos tercios, y al extremo de

la tubería lateral. Los dos emisores deben ser del grupo que afectan a una sola planta.

- ❖ Se midió el caudal de todos los emisores escogidos durante un número entero de minutos, de manera que se obtuvo un volumen comprendido entre ellos.
- ❖ Se anotaron las medidas en una hoja de datos.
- ❖ Se calculó el medio de cada pareja de emisores, lo que hizo 16 caudales medios.
- ❖ Se calculó la media del 25 por ciento de los valores, lo más pequeños, que representa el caudal mínimo de distribución por planta.
- ❖ Se calculó la media de los 16 valores, que representan el caudal medio de los emisores.
- ❖ Se procedió a calcular el coeficiente de uniformidad del sistema de riego mediante la siguiente fórmula

$$Cu = \frac{\text{Caudal mínimo por planta}}{\text{Caudal medio por planta}} \times 100$$



F. L. M., C. P.

y así, se terminó calculando la eficiencia de aplicación del sistema de riego, la misma que tiene que ser mayor o igual a 90 por ciento.(Ver anexo 2.6)



**FIGURA 2.15 REGISTRO DE LECTURAS DE LOS EMISORES.**



**FIGURA 2.16 TOMA DE LECTURAS DEL AGUA DE LOS EMISORES.**

#### 2.4.6 Coeficiente del cultivo (kc).

El coeficiente del cultivo (kc) expresa la relación entre la evapotranspiración del cultivo en consideración, y la transpiración del cultivo de referencia.

$$Kc = \frac{E_{tc} \text{ mm/día}}{E_{to} \text{ mm/día}}$$

Para la utilización del método de la FAO, las fases o etapas del cultivo de tomate están determinados dependiendo de la relación existente entre los distintos estadios del cultivo (crecimiento, floración, fructificación), con el área sombreada en dichos estadios.

En el cultivo de Tomate Indeterminado se diferencian cuatro etapas o fases del cultivo.

**Inicial:** desde la siembra hasta un 10% de cobertura del suelo aproximadamente.

**Desarrollo:** desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta.

**Media:** entre la floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70 – 80% de cobertura máxima de cada cultivo.

**Maduración:** desde la madurez hasta la cosecha.

TABLA 4

Valores teóricos de  $k_c$  para cultivos anuales y hortícolas.

CULTIVOS	Kc por Etapas			
	I	II	III	IV
Cebolla	0.50	0.70	1.00	1.00
Tomate	0.45	0.75	1.15	0.80
Pimiento	0.45	0.70	0.90	0.75
Maíz	0.40	0.80	1.15	0.70
Melón	0.45	0.75	1.00	0.75
Cacao	0.90	0.90	0.90	0.90
Cítricos	0.60	0.65	0.70	0.75
Guanábana	0.60	0.60	0.60	0.60
Guayaba	0.60	0.75	0.85	0.45
Mango	0.40	0.50	0.70	0.60
Plátano	0.90	1.00	1.0	1.11
Uva	0.60	0.65	0.70	0.75

**FUENTE:** Estudios de métodos de manejo y control de riego para los principales cultivos de la Península de Santa Elena, Universidad Agraria del Ecuador, Julio 2004.

El método de la FAO nos permite establecer o determinar el coeficiente del cultivo diariamente y así de esta manera poder obtener la evapotranspiración del cultivo de tomate, aplicando la siguiente fórmula:

$$E_{tc} = E_{to} \times K_c$$

De donde:

$E_{tc}$ = evapotranspiración del cultivo.

$E_{to}$ = evapotranspiración del cultivo de referencia.

$K_c$ = coeficiente del cultivo.



#### 2.4.7. Necesidades de agua y tiempo de riego

Para obtener las necesidades de agua y el tiempo de riego para el cultivo de tomate se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$E_{to} = E_{v_{tina}} \times K_{tina}$$

De donde:

$E_{to}$  = evapotranspiración del cultivo de referencia.

$E_{v_{tina}}$  = evaporación de la tina.

$K_{tina}$  = coeficiente de la tina.

$$L_b = \frac{K_c \times E_{to}}{ef.}$$

De donde:

$L_b$  = lámina bruta de riego.

$K_c$  = coeficiente del cultivo.

$E_{to}$  = evapotranspiración del cultivo de referencia.

$ef$  = eficiencia del sistema de riego.

$$V_{ap} = \frac{L_b \times E_p \times E_h}{D}$$

De donde:

$V_{ap}$  = volumen de agua por planta, en litros.

$L_b$  = lámina bruta de riego.

$E_p$  = espaciamiento entre plantas.

$E_h$  = espaciamiento entre hileras.

$D$  = intervalo de los riegos.

$$T_i = \frac{V_{ap}}{N_e \times Q_e}$$

De donde:

$T_i$  = tiempo de riego, en horas.

$V_{ap}$  = volumen de agua por planta, en litros.

$N_e$  = numero de emisores por planta.

$Q_e$  = caudal del emisor en litros, por hora.

$$V = 10 \times L_b \times A$$

De donde:

$V$  = volumen de agua por área, en metros cúbicos.

$L_b$  = lámina bruta de riego, en milímetros.

$A$  = área de la parcela, en hectáreas.

10 = factor de conversión. (Ver anexo 2.7)

#### **2.4.8. Balance hídrico**

Después de obtener los datos de las necesidades de agua para el cultivo de tomate indeterminado, se procedió a determinar el balance hídrico mensual, mediante el método establecido en el formulario para control.

Donde se establecen relaciones entre la evapotranspiración del cultivo ( $E_{tc}$ ), coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), la evapotranspiración de referencia ( $E_{to}$ ), la precipitación, precolación, saturación, para poder determinar la cantidad de agua mensual para su reposición en el cultivo de tomate.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Evapotranspiración

#### 3.1.1 Evaporación de la tina

Los resultados que se obtuvieron de la lectura diaria de la tina de evaporación, son los siguientes:

**TABLA 5**

**Resultados de lecturas de evaporación desde los meses de Diciembre 2004, hasta Agosto 2005, Humedal Velasco Ibarra.**

MES	DIAS	EVAPORACION MENSUAL mm/día	EVAPORACION PROMEDIO mm/día
Diciembre	31	156	5.03
Enero	31	175	5.65
Febrero	28	94	3.35
Marzo	31	104	3.35
Abril	30	106	3.53
Mayo	31	117	3.77
Junio	30	110	3.66
Julio	31	114	3.67
Agosto	31	131	4.23

Podemos observar, que dentro de estos resultados tenemos una variación que va desde un mínimo de 94 mm en el mes de Febrero a un máximo de 175 milímetros en Enero y de 3.35 en los meses de Febrero y Marzo a 5.65 milímetros de evaporación en el mes de Enero por día; en un periodo comprendido de nueve meses.

### **Coeficiente de la tina (ktina)**

El valor del coeficiente de la tina se lo obtuvo, por medio del cuadro 19 del Manual 24 de la FAO, fue de 0.75 para todos los meses que se desarrollo el estudio, debido a que la velocidad del viento es moderada, la Humedad Relativa media es alta, y la distancia al cultivo de tomate es aproximadamente, de 10 metros. (Véase Anexo 2.1)

### **3.1.2 Evapotranspiración de referencia (eto)**

La evapotranspiración de referencia (Eto), se la estimó por la multiplicación del coeficiente de la tina y la evaporación de la tina.



TABLA 6

Evapotranspiración de referencia (eto), desde los meses de Diciembre 2004, hasta Agosto 2005, Humedal Velasco Ibarra.

MES	Ktina (1)	E.v.tina promedio mm/día(2)	Eto. mm/día (3) (1)x(2)
Diciembre	0.75	5.03	3.77
Enero	0.75	5.65	4.23
Febrero	0.75	3.35	2.51
Marzo	0.75	3.35	2.51
Abril	0.75	3.53	2.64
Mayo	0.75	3.77	2.83
Junio	0.75	3.66	2.74
Julio	0.75	3.67	2.75
Agosto	0.75	4.23	3.17

Se puede observar que la evapotranspiración de referencia estimada presenta un rango mínimo de 2.51 milímetros por día para los meses de Febrero y Marzo y un máximo de 4.23 milímetros por día, para el mes de Enero.

#### **Coeficiente del cultivo de tomate (kc)**

Los Coeficientes del Cultivo de Tomate, son los siguientes:

TABLA 7

Coeficiente del cultivo de tomate, desde los meses de Diciembre 2004, hasta Agosto 2005, Humedal Velasco Ibarra.

MES	DURACION DIAS	COEFICIENTE DEL CULTIVO DE TOMATE
Diciembre	19 al 31	0.45
Enero	1 al 18	0.45
	19 al 31	0.75
Febrero	1 al 14	0.75
	15 al 28	1.15
MES	DURACION DIAS	COEFICIENTE DEL CULTIVO DE TOMATE
Marzo	1 al 31	1.15
Abril	1 al 30	0.80
Mayo	1 al 31	0.80
Junio	1 al 30	0.80
Julio	1 al 31	0.80
Agosto	1 al 22	0.80

Valores obtenidos en base al área sombreada aproximada en dichas fechas, durante las etapas fenológicas del cultivo

Así mismo se pudo observar que el cultivo presento el siguiente desarrollo durante su etapa de crecimiento.

Los valores de evapotranspiración del cultivo de tomate representan promedios mensuales de las etapas fenológicas del cultivo, siendo la mayor evapotranspiración, la del mes de Marzo.

### 3.2 Infiltración

La infiltración calculada en la parcela de estudio y testigo es de 7,79 y 6,72 milímetros por hora, respectivamente.

#### 3.2.1 Contenido de humedad en el suelo.

Los ensayos de campo y del laboratorio, arrojaron los siguientes resultados para la determinación de humedad del suelo:

#### 3.2.2 Método gravimétrico

**TABLA 9**

**Porcentaje de humedad en el suelo (parcela de estudio)**

TIEMPO horas	PROFUNDIDAD (cm)	PORCENTAJE DE HUMEDAD %
24	0 a 30	32.48
	30 a 60	34.27
	60 a 90	35.02
48	0 a 30	35.26
	30 a 60	32.88
	60 a 90	35.33
72	0 a 30	33.45
	30 a 60	33.43
	60 a 90	33.72

Dentro del perfil de suelo donde se desarrollan las raíces del cultivo de tomate, se obtuvo un porcentaje de humedad de 32.48 a 34.27 por ciento, para una profundidad de 0 a 60 centímetros de profundidad del suelo, y de 35.33 para profundidades de 90 centímetros.

Así mismo se determino antes y después del riego aplicado al cultivo un porcentaje de humedad, que es el siguiente:

**TABLA 10**

**Porcentaje de humedad antes y después en el suelo  
(parcela de estudio).**

TIEMPO	SISTEMA DE RIEGO	PROFUNDIDAD	PORCENTAJE DE HUMEDAD
ANTES	GOTEO	0 a 30	33,65
		30 a 60	32,66
DESPUES	GOTEO	0 a 30	36.81
		30 a 60	35.41

TABLA 11

**Porcentaje de humedad en el suelo (parcela testigo)**

TIEMPO horas	PROFUNDIDAD (cm)	PORCENTAJE DE HUMEDAD %
24	0 a 30	42.84
	30 a 60	43.97
	60 a 90	45.06
48	0 a 30	46.04
	30 a 60	43.43
	60 a 90	45.39
72	0 a 30	43.41
	30 a 60	43.5
	60 a 90	43.58

Dentro del perfil de suelo donde se desarrollan las raíces del cultivo de tomate, se obtuvo un porcentaje de humedad de 42.84 a 43.97 por ciento a profundidades de 0 a 60 centímetros y de 46.04 para una profundidad de 90 centímetros. (Ver anexo 2.4)

Así mismo se determinó antes y después del riego aplicado en la parcela testigo, un porcentaje de humedad en el suelo, que es el siguiente:



TABLA 12

Porcentaje de humedad antes y después (parcela testigo)

TIEMPO	SISTEMA DE RIEGO	PROFUNDIDAD (cm)	PORCENTAJE DE HUMEDAD %
ANTES	GOTEO	0 a 30	43.59
		30 a 60	44.25
ANTES	GOTEO	0 a 30	46.16
		30 a 60	46.95

### 3.3 Determinación de la eficiencia de aplicación

#### Descripción del sistema

La fuente de agua para el cultivo de tomate en la zona es a través de pozos de agua, los cuales poseen una profundidad de 15 a 20 m aproximadamente, los tipos de filtro que se emplean son de anillos y graba.

Los distribuidores pertenecen a la marca Isrrariego, el modelo implementado es Hydrodrip II de tipo autocompensante, con coloración verde y una presión y caudal nominal de 1.7 lts/hora. Estos distribuidores se encuentran separados a 1 metro, en un

Las laterales tienen un diámetro nominal de 16 mm, de polietileno; se encuentran separadas a una distancia de un metro, cabe recalcar que algunas laterales se encuentran con roturas lo que dificulta que fluya agua hacia los emisores con normalidad.

La frecuencia de los riegos es diaria y tiene una duración de 2 horas aproximadamente.

### **3.4 Evaluaciones del Sistema de Riego**

#### **Goteo (primera evaluación)**

El día 9 de Enero se realizó la primera evaluación de funcionamiento del sistema de goteo, siguiendo la metodología descrita anteriormente.

Al finalizar la prueba se pudo observar que los goteros instalados en la parcela, no operaban con las características propuestas por la firma proveedora del equipo, lo que evidentemente afectaba la eficiencia de aplicación en rangos inadecuados, como se muestra a continuación:

### PARCELA DE ESTUDIO

	PROVEEDOR	PRUEBA
Caudal mínimo en litros por hora:	1.7 lts/h	0.759 lts/h
Caudal medio en litros por hora:	1.7lts/h	1.012 lts/h
Coeficiente de uniformidad en porcentaje:	100%	75%
Eficiencia de aplicación en porcentaje:	92%	67.5%
Presión de operación en atmósferas:	1 atm	0.60 atm

En base a los resultados obtenidos, se recomendó a los agricultores el cambio de los emisores instalados, por su evidente mal funcionamiento, lo cual se cumplió a fines del mes de Enero.

La segunda prueba se la realizó el 3 de Marzo, en esta prueba los resultados mejoraron, en cuanto al caudal y volumen suministrado, no obstante se mantuvieron las diferencias con la presión de operación, como se muestra a continuación:

**PRUEBA**

Caudal mínimo en litros por hora:	1.5675 lts/h
Caudal medio en litros por hora:	1.635 lts/h
Coeficiente de uniformidad en porcentaje:	95.87%
Eficiencia de aplicación en porcentaje:	86.28%
Presión de operación en atmósferas:	0.6 atm

Las planillas de los cálculos se observa en el anexo # 2.6.

Lo cual nos permite estimar que los parámetros de la evaluación del sistema de riego por goteo, es la adecuada para su distribución de aplicación.

Así mismo se realizaron también evaluaciones de funcionamiento del sistema de goteo en otro modulo cercano, a la que no se le hará ningún tipo de correctivo, lo que nos permitió efectuar comparaciones con nuestra parcela de estudio.

Estos resultados se observan a continuación:

### 3.5 Necesidades de agua

Al tratar el riego localizado como alta frecuencia o de aplicación continua, los resultados del manejo de las necesidades de agua para el cultivo de tomate, se lo realizó a diario.

Los resultados obtenidos son en base a la relación de datos climáticos y contenido de humedad del suelo, los mismos que se pueden observar en los (Anexos 3.1 -3.2.)

### 3.6 Rendimiento del cultivo

Dentro de los resultados obtenidos en rendimiento de tomate, tomando en consideración un promedio de cuatro meses de cosecha, se procedió a plantear los siguientes parámetros: (Ver anexo 3.3)

**TABLA 13**

**Rendimiento en parcela de estudio.**

VARIEDAD	#Cajas Parcela	#Cajas Hectárea	Kg. parcela	Racimos planta	Kg. racimo	Kg. planta
Rebeca	4110	6323	82200	10	0.63	6.3

**TABLA 14**

**Rendimiento en parcela testigo.**

VARIEDAD	#Cajas Parcela	#Cajas Hectárea	Kg. parcela	Racimos planta	Kg. racimo	Kg. planta
Rebeca	3620	5569	72400	10	0.55	5.5



TABLA 15

Consumo de agua parcela de estudio.

Etapas Fenologicas	Volumen/m <sup>3</sup>
Primera Etapa	645.37
Segunda Etapa	488.92
Tercera Etapa	1113.46
Cuarta Etapa	2621.17
<b>Total</b>	<b>4868.92</b>

TABLA 16

Consumo de agua parcela testigo.

Etapas Fenologicas	Volumen/m <sup>3</sup>
Primera Etapa	1071.63
Segunda Etapa	682.24
Tercera Etapa	1731.84
Cuarta Etapa	3472.66
<b>Total</b>	<b>6958.37</b>

TABLA 17

Diferencia de consumo de agua

VOLUMENES DE AGUA	m <sup>3</sup>
CONSUMO DE AGUA (PARCELA TESTIGO).	6958.37
CONSUMO DE AGUA (PARCELA ESTUDIO)	4868.92
DIFERENCIA (AHORRO DE AGUA)	2089.45

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber terminado los estudios de investigación de este ensayo, y comparando los resultados, se puede comprobar de que tanto el riego en exceso como el insuficiente, son perjudiciales para el rendimiento del cultivo.

De igual manera, estoy en total acuerdo con lo manifestado por el Ing. P. Álava (1995), que la mayor parte de hacendados y productores que poseen un sistema de riego, (sobre o subfoliar, goteo o microaspersión), lo operan de acuerdo a las famosas y empíricas "Reglas de dedo", que dicen:

Aplicar una pulgada de agua por semana, o quizás, regar pasando 1 o 2 días, etc.....Todas, incorrectas.

Comparando los resultados entre ambas parcelas se puede observar un aumento de producción en la de estudio, la misma que llevaba una programación adecuada de riego y en la que se solucionaron pequeños

problemas como taponamientos de emisores, a diferencia de la parcela testigo a la cual se le aplicaba la famosa "Regla del dedo".

Asimismo, se pudo demostrar que la época para regar, el número de riegos y la cantidad de agua a aplicarse a cada riego, se determina por la clase de suelo, el clima y el tipo de cultivo.

Los programas de riego localizado tanto para frutales como para hortalizas, basado en el cálculo de la evapotranspiración a partir de datos climáticos, se ajustan bastante a las necesidades reales de agua, en cada época o fase del cultivo, para situaciones específicas.

Además, participo del criterio de Israelsen y Hansen (1981), en el sentido de que el sistema de riego localizado, provee a las plantas un ambiente húmedo constante, por lo que la planta se encuentra en un estado hídrico óptimo.

### **CONCLUSIONES:**

Luego de los análisis de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- La mayor demanda evaporativa (evaporación de la tina) y la evapotranspiración de referencia en la zona de estudio, se produjo en los meses de Diciembre y Enero, coincidiendo con la temporada

invernal, meses en los cuales se produce un aumento en la temperatura del ambiente provocando una mayor evapotranspiración del cultivo.

- El coeficiente de la tina ( $K_{tina}$ ) para el estudio realizado en base a datos meteorológicos fue de 0.75 coincidiendo con valores de hortalizas como cebolla y pimiento realizados en estudios anteriores en la zona del Azúcar.
- La mayor evapotranspiración del cultivo de tomate indeterminado se produjo en los meses de febrero y marzo; etapas en la que el cultivo presenta su mayor desarrollo vegetativo (fin de etapa de desarrollo vegetativo e inicio de la floración).
- Se determinó que el consumo de agua del cultivo de tomate indeterminado en la parcela de estudio fue de  $4868.92 \text{ m}^3$  produciéndose un ahorro de  $2089.45 \text{ m}^3$  en relación a la parcela testigo manejada por los agricultores de la zona del Azúcar.
- La mejor distribución del agua de riego provocó una mayor infiltración y una adecuada humedad en el suelo, evitando de esta forma encharcamientos que podrían provocar enfermedades.

- La programación de riego debe ser diaria y no tomando dosis fijas que muchas veces son determinadas en otros países, bajo condiciones distintas a la de nuestra realidad.
- Además las evaluaciones realizadas en las dos parcelas con el sistema de riego por goteo, fueron las que determinaron que la eficiencia de aplicación, así como los tiempos de riego eran inadecuados para ambas, y es por eso, que se concluyó en que la parcela de ensayo, la saturación del suelo presentada en los primeros meses de estudio, se debía al inadecuado caudal que manejaban los emisores y al excesivo tiempo de riego, lo que fue corregido a tiempo. Mientras que en la parcela de comparación siguió presentando la saturación del suelo durante toda la época del cultivo, debido a que no se realizó ningún tipo de correctivo, representando la consecuente merma en producción.

#### **RECOMENDACIONES:**

- Realizar este tipo de evaluaciones de los sistemas de riego frecuentemente, para comprobar su buen funcionamiento.



- Considerando el costo del agua y la necesidad de economizarla, es vital ajustar la programación del riego, relacionando las dosis aplicadas y el contenido de humedad del suelo.
- Revisar el estado óptimo de cada uno de los componentes del sistema de riego (goteros, válvulas, presiones, etc).
- Comparar resultados obtenidos, con otras investigaciones relacionadas a producción de tomate indeterminado a campo abierto.
- Que se realicen estas clases de estudios en otras zonas, para que de esta manera las instituciones y agricultores posean fuente de información específica, sobre el manejo del agua para el cultivo de tomate.
- El auge que están teniendo en la actualidad los sistemas de riego a presión, tornan imperativo promover evaluaciones de funcionamiento de los sistemas instalados en fincas privadas, a efecto de precautelar los intereses económicos y ambientales tanto de los agricultores como de la sociedad ecuatoriana.

# ANEXOS

## ANEXO 1.1

### Tabla de datos meteorológicos del Humedal Velas

Registro de datos climáticos periodo 2004-2005.

Latitud: 02°12'58".

Longitud: 80° 54'11"

Elev

Mes	Temp. máx. °C	Temp. mín. °C	Hum Rel %	Viento m/seg	Insolación horas	Pre
Ene.	31.2	20.9	80	4	207.5	
Feb.	32.6	23.2	80	4	160.6	
Mar.	33.7	22.3	80	3	191.2	
Abr.	31.4	22.4	82	3	170.9	
May	31.5	21.0	83	3	140.0	
Jun.	29.3	19.0	86	4	76.0	
Jul.	25.7	19.2	87	3	15.8	
Ag.	27.0	17.5	86	3	73.6	
Sep.	28.1	19.8	86	3	49.0	
Oct.	27.7	19.9	84	4	50.9	
Nov.	27.8	20.9	82	2	52.1	
Dic.	29.4	20.5	81	2	55.3	

Fuente: INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador)

REGISTRO HISTORICO DEL PERIODO 1963 - 1978  
 ESTACION: SALINAS  
 LATITUD: 2° 11' S LONGITUD: 80° 59' E ELEVACION: 10 m

MESES - VARIABLES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)			VEL. VIENT. (m/seg)	HORAS LUZ	PRECIPITACION (mm)
	Max.	Min.	Med.	Max.	Min.	Med.	DIA	h/día	
ENERO			25,1			80	3,5	4,0	
FEBRERO			25,9			80	3,2	4,0	
MARZO			26,1			80	3,3	4,5	
ABRIL			25,3			81	3,0	5,2	
MAYO			23,9			82	3,5	5,0	
JUNIO			22,6			82	3,9	2,5	
JULIO			21,4			84	4,0	2,5	
AGOSTO			20,9			84	3,9	3,3	
SEPTIEMBRE			21,3			83	3,9	2,2	
OCTUBRE			21,6			82	4,1	1,8	
NOVIEMBRE			22,2			81	4,0	2,3	
DICIEMBRE			23,4			80	4,0	4,1	

Fuente: INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador).

# REGISTROS METEOROLÓGICOS

## PROMEDIO MENSUAL

### ESTACIÓN METEOROLÓGICA EL AZÚCAR

Latitud: 02°15' Sur  
 Longitud: 80°35' Oeste

Año:  
 Altura:

MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELAT. (%)			VELOC. VIENTO (m/s)			HORA LUZ
	Máxima	Mínima	T.Medía	Máxima	Mínima	Media	Día	Noche	24 horas	
Enero	33.3	21.6	27.4	88.7	59.0	73.9	0.0	0.0	0.0	5.5
Febrero	32.5	21.7	27.1	93.3	65.2	79.3	0.0	0.0	0.0	3.8
Marzo	34.5	22.1	28.3	89.2	56.7	73.0	0.0	0.0	0.0	4.1
Abril	34.0	21.3	27.7	88.7	62.8	75.8	0.0	0.0	0.0	4.6
Mayo	31.9	20.5	26.2	86.8	70.4	78.6	0.6	0.2	0.4	3.6
Junio	30.2	19.9	25.0	87.6	69.5	78.6	0.9	0.4	0.6	5.0
Julio	27.4	19.1	23.3	92.5	78.2	85.3	0.6	0.3	0.5	2.5
Agosto	29.4	19.2	24.3	88.8	70.4	79.6	0.9	0.5	0.7	5.9
Septiembre	29.3	20.3	24.8	89.8	71.9	80.8	1.0	0.5	0.7	3.8
Octubre	31.3	20.0	25.7	89.7	74.7	82.2	1.0	0.5	0.8	3.4
Noviembre	28.8	19.9	24.4	86.9	72.6	79.8	1.1	0.5	0.8	3.4
Diciembre	32.7	22.1	27.4	85.4	65.7	75.5	1.1	0.3	0.7	6.4
Med. Anual	31.3	20.6	26.0	89.0	68.1	78.5	0.9	0.4	0.6	4.3



**REGISTROS METEOROLÓGICOS**  
**PROMEDIO MENSUAL**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA EL AZÚCAR

Latitud: 02°15' Sur  
Longitud: 80°35' Oeste

Año:  
Altura:

MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELAT. (%)			VELOC. VIENTO (m/s)			HORAS LUZ
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Día	Noche	24 horas	
Enero	33.7	23.5	28.6	86.9	67.9	77.4	0.9	0.3	0.6	5.7
Febrero	34.1	23.2	28.6	88.9	73.5	81.2	0.8	0.2	0.5	2.8
Marzo	34.0	23.0	28.5	90.7	67.2	79.0	0.6	0.1	0.3	3.9
Abril	34.1	23.0	28.6	90.1	66.3	78.2	0.5	0.1	0.3	3.9
Mayo	32.4	21.4	26.9	87.9	68.1	78.0	0.7	0.3	0.5	5.2
Junio	29.8	20.4	25.1	88.3	71.3	79.8	0.8	0.4	0.6	4.3
Julio	30.2	20.3	25.3	89.3	70.7	80.0	0.8	0.4	0.6	3.9
Agosto	28.2	19.6	23.9	91.8	72.6	82.2	0.7	0.4	0.5	3.9
Septiembre	29.3	19.6	24.5	90.6	71.3	80.9	0.9	0.6	0.7	4.8
Octubre	27.3	19.9	23.6	91.1	74.4	82.8	0.7	0.6	0.7	2.4
Noviembre	29.6	21.9	25.7	86.7	62.5	74.6	0.8	0.4	0.6	2.9
Diciembre	29.0	21.3	25.2	85.3	61.0	73.1	0.9	0.3	0.6	3.1
Med. Anual	31.0	21.4	26.2	89.0	68.9	78.9	0.8	0.3	0.5	3.9

**REGISTROS METEOROLÓGICOS**  
**PROMEDIO MENSUAL**

ESTACIÓN METEOROLÓGICA SAN VICENTE

Latitud:  
Longitud:

Año:  
Altura:

MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELAT. (%)			VELOC. VIENTO (m/s)			HORAS LU
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Día	Noche	24 horas	
Enero	32.6	22.9	27.8	87.1	58.2	72.6	2.0	0.9	1.5	5.1
Febrero	31.6	23.3	27.5	91.2	67.3	79.3	1.4	0.8	1.1	2.1
Marzo	33.4	22.7	28.0	92.7	63.5	78.1	1.6	0.8	1.2	3.5
Abril	32.6	23.6	28.1	92.9	67.4	80.2	1.6	0.5	1.1	4.1
Mayo	29.7	20.9	25.3	92.3	70.9	81.6	1.7	0.8	1.3	3.1
Junio	28.2	19.9	24.0	93.1	75.4	84.2	1.7	1.0	1.3	6.0
Julio	28.0	19.8	23.9	92.2	73.8	83.0	1.8	1.1	1.4	3.5
Agosto	26.7	19.6	23.1	94.9	76.6	85.8	1.6	1.2	1.4	3.6
Septiembre	27.8	19.6	23.7	92.4	71.0	81.7	2.0	1.3	1.7	4.1
Octubre	24.8	19.2	22.0	95.5	78.4	86.9	1.7	1.0	1.3	1.6
Noviembre	27.8	20.9	24.3	93.2	70.3	81.8	1.7	1.0	1.4	2.5
Diciembre	29.4	20.5	24.9	93.4	67.9	80.6	2.0	1.1	1.5	3.3
Med. Anual	29.37	21.07	25.22	93	70	81	1.75	0.94	1.35	3.32

**REGISTROS METEOROLÓGICOS**  
**REGISTRO HISTÓRICO**

**ESTACIÓN METEOROLÓGICA EL AZÚCAR**

Latitud: 02°15' Sur  
Longitud: 80°35' Oeste

Periodo:  
Altura:

1974 -  
34 m

MESES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELAT. (%)			VELOC. VIENTO (m/s)			HORAS LUZ	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Día	Noche	24 hrs		
Enero	32.25	19.03	25.6	89.0	62.14	75.6	0.60	0.30	0.5	4.0	
Febrero	31.45	19.32	25.4	94.8	69.87	82.3	0.50	0.20	0.4	2.2	
Marzo	32.02	20.01	26.0	96.5	72.89	84.7	0.40	0.30	0.4	3.8	
Abril	32.00	19.68	25.8	95.5	71.85	83.7	0.42	0.30	0.4	4.6	
Mayo	30.28	17.64	24.0	94.2	71.64	82.9	0.70	0.30	0.5	3.8	
Junio	28.68	15.61	22.1	93.5	72.55	83.0	0.90	0.40	0.7	3.4	
Julio	26.92	15.67	21.3	92.8	75.72	84.3	0.90	0.60	0.8	2.3	
Agosto	27.88	18.25	23.1	90.9	69.26	80.1	1.02	1.10	1.1	3.3	
Septiembre	28.92	16.78	22.8	90.0	67.33	78.7	1.20	0.40	0.8	4.0	
Octubre	28.54	15.90	22.2	88.2	69.27	78.7	1.20	0.40	0.8	3.2	
Noviembre	28.80	16.57	22.7	87.1	67.46	77.3	1.20	0.35	0.8	3.6	
Diciembre	30.99	21.24	26.1	86.9	66.65	76.8	1.30	0.20	0.8	3.7	
<b>Med. Anual</b>	<b>29.9</b>	<b>18.0</b>	<b>23.9</b>	<b>91.6</b>	<b>69.7</b>	<b>80.7</b>	<b>0.86</b>	<b>0.40</b>	<b>0.6</b>	<b>3.5</b>	

## ANEXO 2.2

### PLANILLAS DE LECTURAS DE LA TINA DE EVAPORACIÓN

TABLA1.-	PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE EVAPORACIÓN	
	DETERMINACIÓN DE LA Eto.	MÉTODOS
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		MES :
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA mm
1	200	0
2	194	0
3	188	0
4	182	0
5	176	0
6	170	0
7	166	0
8	161	0
9	156	0
10	151	0
11	145	0
12	140	0
13	135	0
14	131	0
15	128	0
16	123	0

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA mm
17	119	0
18	115	0
19	110	0
20	105/198	0
21	192	0
22	187	0
23	182	0
24	178	0
25	173	0
26	167	0
27	161	0
28	156	0
29	152	0
30	147	0
31	142	0
1	137	0
		$\sum Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la para el día 1

$Et_{\text{promedio}} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 5.03$

$K_c = 0.75$

$E_{to} = K_c \times Et_{\text{Promedio}} = 0.75 \times 5.03 = 3.77 \text{ mm/día.}$



TABLA2.- PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE EV		
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO DE
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		MES :
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA m
1	137	0
2	131	0
3	125/200	0
4	195	0
5	189	0
6	183	0
7	177	0
8	170	0
9	164	0
10	158	0
11	153	0
12	148	0
13	143	0
14	138	0
15	133	0
16	128	0
17	124	0

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA
18	120	0
19	116/200	0
20	194	0
21	188	0
22	182	0
23	176	0
24	170	0
25	164	0
26	158	0
27	151	0
28	144	0
29	137	0
30	130	0
31	124	0
1	118	0
		$\sum Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia

$Et_{\text{promedio}} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 5.65$

$K_c = 0.75 E_{to} = K_c \times Et_{\text{Promedio}} = 0.75 \times 5.65 = 4.23 \text{ mm/día.}$

TABLA3.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE E	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		MES	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	118	0	
2	114	0	
3	111	0	
4	107	0	
5	105	0,2	
6	101/200	0	
7	198	0	
8	195	0	
9	193	0	
10	190	0	
11	186	0	
12	183	0	
13	180	0	
14	176	0	
15	170	0	
16	162	0	
17	160	0	
18	157	0	

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA
19	154	0
20	151	0
21	150	0
22	147	0,5
23	144	0
24	142	0,3
25	139	0
26	135	0
27	132	0
28	127	0
1	124	
		$\Sigma$ Et.

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia  
 Et.promedio = suma de Et/números de días = 3.35 Kc = 0.7  
 Eto = Kc x Et. Promedio = 0.75 x 3.35 = 2.51 mm/día.

TABLA4.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE E	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		ME	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	124/200	0	
2	196	0	
3	192	0	
4	188	0	
5	185	0	
6	182	0	
7	179	0	
8	176	0	
9	172	0	
10	167	0	
11	162	0	
12	156	0	
13	151	0	
14	146	0	
15	142	0	
16	138	0	
17	135	0	
18	132	0	



Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA mm
19	129	0
20	125	0
21	120	0
22	117/205	0
23	202	0
24	199	0
25	195	0
26	191	0
27	188	0
28	185	0
29	180	0
30	175	0
31	171	0
1	168	
		$\Sigma Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia caída.

$Et_{promedio} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 3.35$

$K_c = 0.75$   $E_{to} = K_c \times Et_{promedio} = 0.75 \times 3.35 = 2.51 \text{ mm/día.}$

TABLA5.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE E	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		M	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	168	0	
2	164	0	
3	161	0	
4	158	0	
5	152	0	
6	149	0	
7	145	0	
8	141	0	
9	138	0	
10	133	0	
11	129	0	
12	125	0	
13	121	0	
14	118	0	
15	116/200	0	
16	196	0	
17	194	0	
18	191	0	

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA
19	188	0
20	186	0
21	183	0
22	181	0
23	177	0
24	174	0
25	171	0
26	167	0
27	162	0
28	154	0
29	149	0

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia c

$Et.\text{promedio} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 3.53$

$K_c = 0.75$

$Eto = K_c \times Et.\text{Promedio} = 0.75 \times 3.53 = 2.64 \text{ mm/día.}$

TABLA6.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE M	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		M	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	141	0	
2	138	0	
3	134	0	
4	130	0	
5	127	0	
6	125	0	
7	122	0	
8	120	0	
9	117/200	0	
10	197	0	
11	193	0	
12	190	0	
13	185	0	
14	181	0	
15	175	0	
16	170	0	
17	165	0	
18	161	0	

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA
19	157	0
20	153	0
21	150	0
22	146	0
23	141	0
24	138	0
25	136	0
26	132	0
27	128	0
28	125	0
29	122	0
30	117/200	0
31	194	0
1	189	
		$\sum Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia

$Et_{\text{promedio}} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 3.77$

$K_c = 0.75$

$E_{to} = K_c \times Et_{\text{Promedio}} = 0.75 \times 3.77 = 2.83 \text{ mm/día.}$



TABLA7.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE B	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		M	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	189	0	
2	185	0	
3	180	0	
4	177	0	
5	174	0	
6	171	0	
7	166	0	
8	163	0	
9	161	0	
10	160	0	
11	158	0	
12	155	0	
13	149	0	
14	145	0	
15	138	0	
16	135	0	
17	130	0	
18	126	0	

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA mm
19	123	0
20	122	0
21	116/200	0
22	192	0
23	188	0
24	185	0
25	184	0
26	181	0
27	176	0
28	172	0
29	170	0
30	167	0
1	163	
		$\sum Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia c

$Et_{promedio} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 3.66$

$Kc = 0.75$

$Eto = Kc \times Et_{promedio} = 0.75 \times 3.66 = 2.74 \text{ mm/día.}$

TABLA8.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE E	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		ME	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA	
1	163	0	
2	160	0	
3	156	0	
4	153	0	
5	147	0	
6	142	0	
7	140	0	
8	132	0	
9	128	0	
10	125	0	
11	122	0	
12	118/200	0	
13	193	0	
14	190	0	
15	188	0	
16	184	0	
17	181	0	
18	176	0	

Viene

DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA mm
19	172	0
20	169	0
21	163	0
22	158	0
23	154	0
24	152	0
25	151	0
26	148	0
27	145	0
28	132	0
29	140	0
30	134	0
31	133	0
1	130	
		$\Sigma Et.$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia ca

$Et.\text{promedio} = \text{suma de } Et / \text{números de días} = 3.67$

$Kc = 0.75$   $Eto = Kc \times Et.$  Promedio  $= 0.75 \times 3.67 = 2.75 \text{ mm/día.}$

TABLA9.-		PLANILLA DE LECTURA DE LA TINA DE EV	
DETERMINACIÓN DE LA Eto.		MÉTODO D	
LOCALIDAD : HUMEDAL VELASCO IBARRA		MES :	
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA n	
1	130	0	
2	124	0	
3	119	0	
4	113	0	
5	109	0	
6	105/200	0	
7	195	0	
8	189	0	
9	184	0	
10	181	0	
11	177	0	
12	173	0	
13	168	0	
14	165	0	
15	161	0	
16	156	0	
17	152	0	



Viene		
DIA	PROFUNDIDAD DEL AGUA mm	LLUVIA RECOGIDA
18	147	0
19	141	0
20	136	0
21	133	0
22	127	0
23	123	0
24	118	0
25	116	0
26	113	0
27	110	0
28	106	0
29	104	0
30	101	0
31	97	0
1	94	
		$\sum Et$

NOTA: La diferencia entre la profundidad del agua entre los días 1 y 2 más la lluvia c

Et.promedio = suma de Et/números de días = 4.23

$Kc = 0.75$  Eto =  $Kc \times Et$ . Promedio =  $0.75 \times 4.23 = 3.17$  mm/día.

## ANEXO 2.3

### Contenido de humedad (método gravimétrico)

Tabla 1.- Contenido de humedad (método gravimétrico) (p

HORA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	PH (gr)	PS (gr)
24	1	0-30	96,83	71,58
	1	30-60	85,74	65,16
	1	60-90	99,35	73,04
	2	0-30	90,17	68,46
	2	30-60	98,35	71,37
	2	60-90	86,62	64,13
	3	0-30	92,94	71,25
	3	30-60	95,46	71,55
	3	60-90	88,68	66,2
48	1	0-30	97,67	72,1
	1	30-60	89,05	66,88
	1	60-90	89,03	65,62
	2	0-30	92,95	68,85
	2	30-60	92,66	69,93
	2	60-90	94,46	69,74
	3	0-30	97,39	71,97
	3	30-60	86,76	65,24

Vieve

HORA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	PH (gr)	PS (gr)
	3	60-90	92,5	68,59
72	1	0-30	99,86	73,89
	1	30-60	81,6	61,4
	1	60-90	79,08	59,19
	2	0-30	89,27	66,65
	2	30-60	95,16	70,99
	2	60-90	85,62	63,83
	3	0-30	93,42	71,17
	3	30-60	89,96	67,47
	3	60-90	96,02	71,97

PH =PESO HUMEDO EN gr.

PS =PESO SECO EN gr.

H = PESO DE HUMEDAD EN gr.

%H=PORCENTAJE DE HUMEDAD.

## Anexo 2.5

### Prueba de Infiltración

Tabla de recolección de datos de campo para la Infiltración (parcela de estudio)

CILINDRO 1					
Tiempo en minutos		Infiltración en cm.			
Hora	diferen.	acum.	lectura	diferencia	acum.
9:01	0	0	15	0	0
9:03	2	2	14,7	0,3	0,3
9:05	2	4	14,5	0,2	0,5
9:07	2	6	13,8	0,7	1,2
9:12	5	11	13,2	0,6	1,8
9:17	5	16	12,8	0,4	2,2
9:22	5	21	12,4	0,4	2,6
9:32	10	31	11,9	0,5	3,1
9:42	10	41	11,4	0,5	3,6
9:52	10	51	11	0,4	4
10:12	20	71	10,1	0,9	4,9
10:32	20	91	9,7	0,4	5,3
10:52	20	111	9,1	0,6	5,9
11:22	30	141	8,1	1	6,9
11:52	30	171	6,9	1,2	8,1

GRAFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (72 HOR

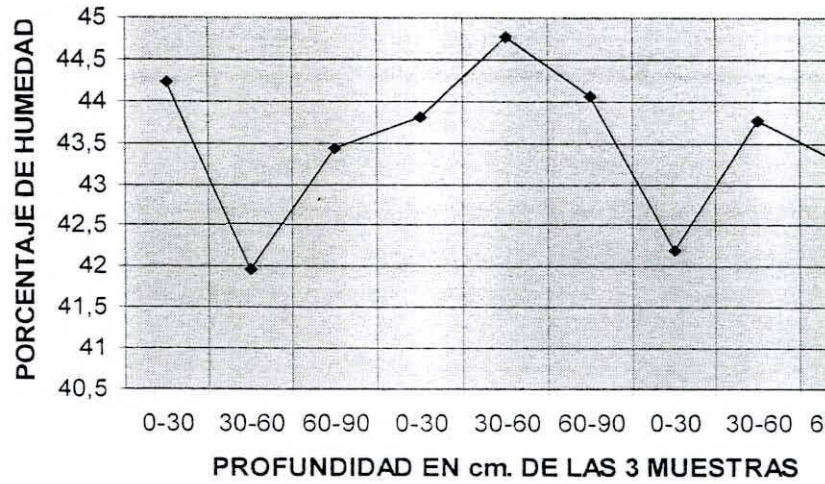
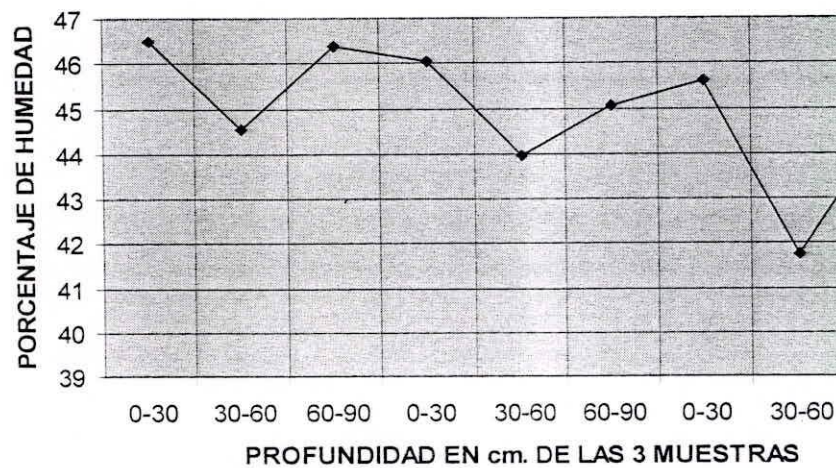




GRAFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (48 HORAS)



BIBLIOTECA GONZALO GONZALEZ G.  
F. I. M. C. P.

## Contenido de Humedad (Parcela Testigo)

GRAFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (24 HORAS)

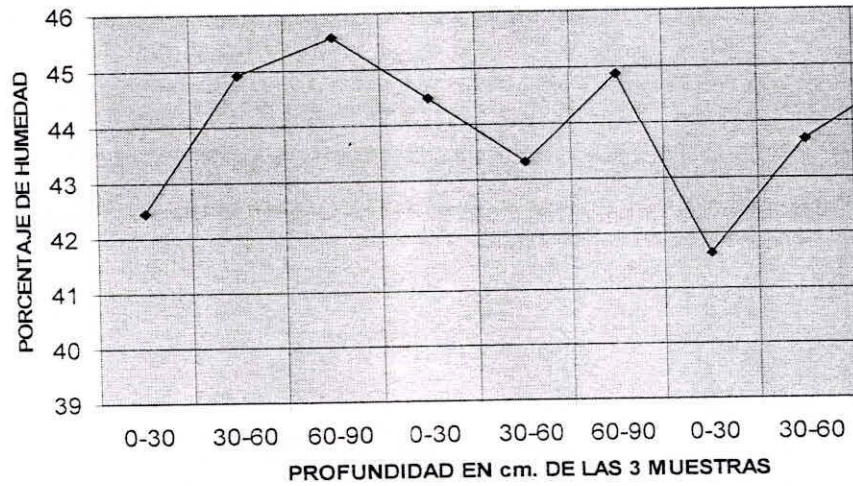


GRAFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (72 HO

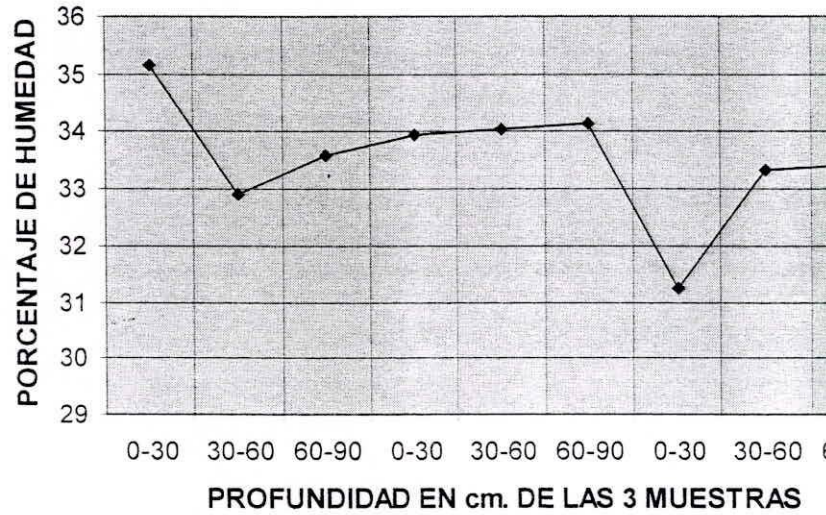
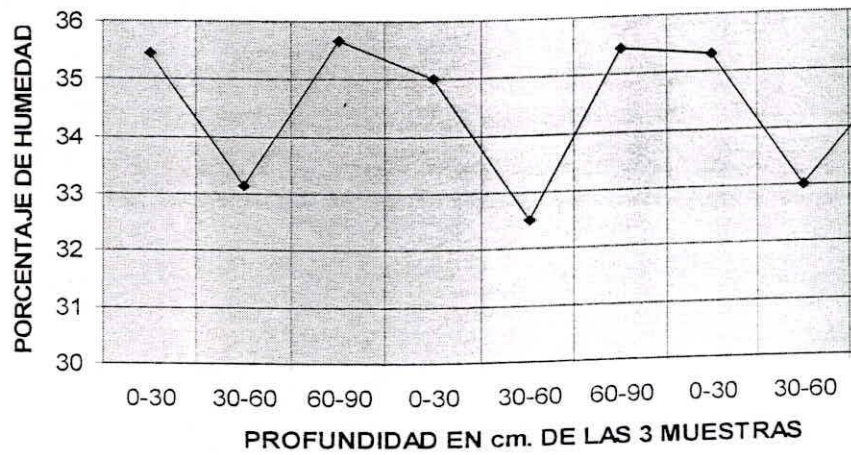


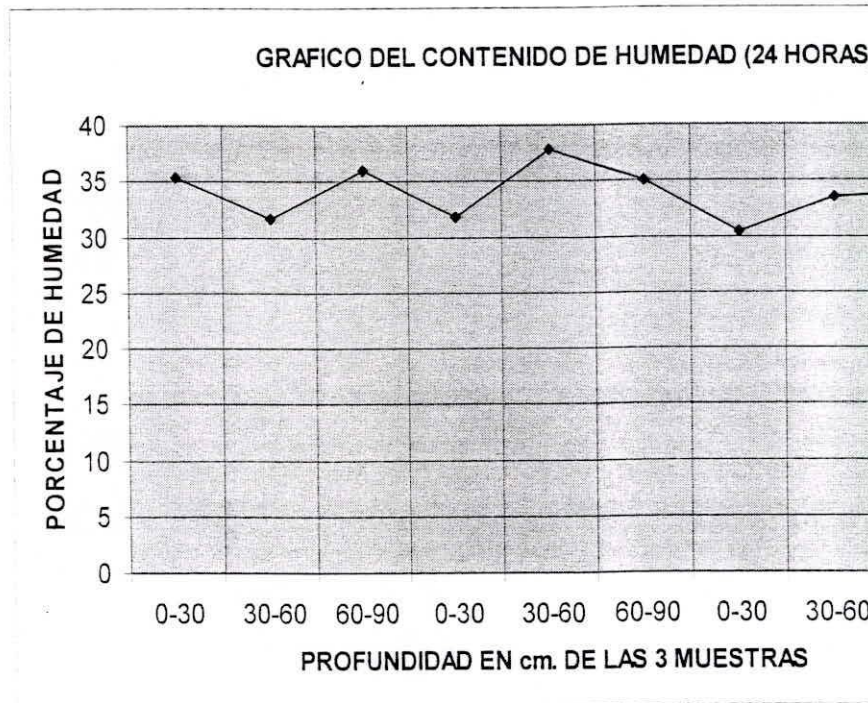
GRAFICO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (48 HOR.



## ANEXO 2.4

Gráficos del contenido de humedad (método gravimétrico)

Contenido de humedad (parcela de estudio)





**TABLA 4.- Determinación del contenido de humedad antes y después d**

**DATOS RECOGIDOS EN EL LABORATORIO GOTE**

PH (gr)	PESO DE LATA	PS (gr)	PROFI
97,12	29,24	67,88	0
90,56	27,42	63,14	3

**GOTEO: (DESPUES)**

PH (gr)	PESO DE LATA	PS (gr)	PROFI
89,53	28,42	61,11	0
86,72	27,27	59,45	3

**ANALISIS:**

**GOTEO: (ANTES)**

PH	PS	H	%
96,42	67,15	29,27	43
93,58	64,87	28,71	44

**GOTEO: (DESPUES)**

PH	PS	H	%
84,95	58,12	26,83	46
85,16	57,95	27,21	46

NOTA: El tiempo de riego dado para el cultivo fue de una hora para el sistema de riego tomado dentro del bulbo húmedo.

Viene

HORA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	PH (gr)	PS (gr)
	1	60-90	88,16	61,47
	2	0-30	87,16	60,61
	2	30-60	85,63	59,15
	2	60-90	84,36	58,56
	3	0-30	83,46	58,69
	3	30-60	87,62	60,95
	3	60-90	86,89	60,65

PH =PESO HUMEDO EN gr.

PS =PESO SECO EN gr.

H = PESO DE HUMEDAD EN gr.

%H=PORCENTAJE DE HUMEDAD.

**TABLA 3.- Contenido de humedad (método gravimétrico)**

HORA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	PH (gr)	PS (gr)
24	1	0-30	84,41	59,26
	1	30-60	80,52	55,56
	1	60-90	83,76	57,54
	2	0-30	89,37	61,86
	2	30-60	88,65	60,16
	2	60-90	87,42	60,35
	3	0-30	90,89	64,18
	3	30-60	92,62	64,46
	3	60-90	91,37	63,12
48	1	0-30	96,58	65,94
	1	30-60	94,23	65,19
	1	60-90	97,26	66,45
	2	0-30	91,86	62,90
	2	30-60	93,77	65,13
	2	60-90	91,14	62,84
	3	0-30	97,44	66,92
	3	30-60	96,25	67,89
	3	60-90	93,56	64,63
72	1	0-30	89,36	61,96
	1	30-60	86,65	61,03

**TABLA 2.- Determinación del contenido de humedad antes y**

**Datos recogidos en el laboratorio goteo: (antes)**

PH (gr)	PESO DE LATA	PS (gr)	PROFUNDIDAD
92,95	24,2	68,75	35
96,02	24,05	71,97	33

**GOTEO: (DESPUES)**

PH (gr)	PESO DE LATA	PS (gr)	PROFUNDIDAD
95,32	25,47	69,85	0-
94,46	24,72	69,74	30

**ANALISIS:**

**GOTEO: (ANTES)**

PH	PS	H	%H
92,11	68,92	23,19	33,6
90,36	68,11	22,25	32,6

**GOTEO: (DESPUES)**

PH	PS	H	%H
94,56	69,12	25,44	36,8
95,18	70,29	24,89	35,4

NOTA: El tiempo de riego dado para el cultivo fue de una hora para el sistema de riego tomado dentro del bulbo húmedo.

**Tabla de recolección de datos de campo para la infiltración (parcela testigo), Humedal Velasco Ibarra, 2005**

<b>CILINDRO 1</b>					
<b>Tiempo en minutos</b>		<b>Infiltración en cm.</b>			
<b>Hora</b>	<b>diferen.</b>	<b>acum.</b>	<b>lectura</b>	<b>diferencia</b>	<b>acum.</b>
9:00	0	0	16,5	0	0
9:02	2	2	16,2	0,3	0,3
9:04	2	4	16	0,2	0,5
9:06	2	6	15,6	0,4	0,9
9:11	5	11	15,1	0,5	1,4
9:16	5	16	14,6	0,5	1,9
9:21	5	21	14,2	0,4	2,3
9:31	10	31	13,7	0,5	2,8
9:41	10	41	13,2	0,5	3,2
9:51	10	51	12,8	0,4	3,6
10:11	20	71	12,1	0,7	4,3
10:31	20	91	11,5	0,6	4,9
10:51	20	111	11	0,5	5,4
11:21	30	141	10,2	0,8	6,2
11:51	30	171	9,4	0,8	7



# **Tabla de resultados de la prueba de infiltración (parcela de estudio)**

**Humedal Velasco Ibarra, 2005**

tiempo	I. CUM.	I. Inst.	I. Prom.	I. Cum.
min.	mm	mm	mm	mm
2	3,98	1,11	1,99	3
4	5,87	0,82	1,99	5
6	7,36	0,69	1,47	10
11	10,34	0,53	1,23	15
16	12,75	0,45	0,94	19
21	14,85	0,4	0,8	23
31	18,47	0,33	0,71	30
41	21,6	0,29	0,6	37
51	24,41	0,27	0,53	43
71	29,38	0,23	0,48	54
91	33,76	0,21	0,37	64
111	37,74	0,19	0,34	73
141	43,14	0,17	0,31	86
171	48,07	0,16	0,28	100

**A: a/b +1**

**A: a/b**

**A: A x B**

**A: 2,7x0,56**

**a: 1,51**

**B: b +1**

**b: B-1**

**b: 0,56-1**

**b: -0.44**

**NOTA:** El factor B se lo obtuvo mediante la utilización del programa de correlación lineal.

# **Tabla de resultados de la prueba de infiltracion (parcela testigo)**

**Humedal Velasco Ibarra, 2005**

tiempo	I. CUM.	I. Inst.	I. Prom.	I. Cum.
min.	mm	mm	mm	mm
2	3,36	1,06	1,87	3
4	5,56	0,79	1,39	5
6	7,16	0,71	1,25	10
11	10,14	0,51	0,89	15
16	12,55	0,44	0,78	19
21	14,35	0,39	0,69	23
31	18,33	0,32	0,58	30
41	21,2	0,28	0,49	37
51	24,21	0,26	0,41	43
71	28,89	0,22	0,39	54
91	33,36	0,20	0,36	64
111	37,02	0,18	0,33	73
141	42,84	0,16	0,29	86
171	47,27	0,14	0,26	100

**A: a/b +1**

**A: a/b**

**A: A x B**

**a: 2,2x0,48**

**a:1,05**

**B: b +1**

**b: B-1**

**b:0,48-1**

**b: -0.52**

**NOTA:** El factor B se lo obtuvo mediante la utilización del programa de correlación lineal.

## ANEXO 2.6

### EVALUACIONES DEL SISTEMA DE RIEGO. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO

**Situación de la explotación:** Explotación de tomate indeterminado a campo abierto.

**Nombre del observador:** Fabián Acosta Campoverde.

**Cultivo:** Tomate Indeterminado

**Marco:** 1 m x 0,5 m

**Suelo:** Textura Arcillo-arenoso

**Observaciones:** Absorbe la dosis con pequeño o moderado encharcamiento.

**Fuente de agua:** Pozos de agua de la Represa Velasco Ibarra.

**Profundidad de los pozos:** 15 a 20 m de profundidad.

**Tipo de Filtro:** Filtros de Anillos y Graba.

**Distribuidores:** Marca: Isrrariago

**Modelo:** Hydrodrip II

**Tipo:**

auto-compensante.

**Color:** Verde

**Presión y Caudal nominal:** 1.7 lts/hora

**Separación:** 1m

**Nº por plantas:** 2

**Obstrucciones:** Pequeñas

**Observaciones Generales:** Un gran porcentaje de goteros presentan desperfectos y con taponamiento; algunas laterales se encontraban con roturas lo que dificultaba que fluya agua hacia los emisores con normalidad.

**Laterales:** Diámetro nominal: 16 mm

**Material:** polietileno

**Separación:** 1 m

**Frecuencia de los riegos:** Diaria

**Duración de los riegos:** 2 Horas

**Observaciones Generales:** En base a los datos climáticos obtenidos a través de la evapotranspiración diaria y el contenido de Humedad en el suelo; la duración de los riegos debe tener una variación.

**Primera evaluación del Sistema de Riego (Parcela de Estudio), Humedal**

**Velasco Ibarra, 2005**

Posiciones de los Emisores en el lateral	Posiciones de la lateral sobre la Múltiple								
		Extremo Aguas arriba		1/3 Aguas abajo		2/3 Aguas abajo		Extremo Aguas abajo	
		V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)
EXTREMO AGUAS ARRIBA	A	97	1.164	67	0.804	54	0.648	62	0.744
	B	100	1.200	68	0.816	56	0.672	63	0.756
	Tiempo	5 min							
	Media	99	1.188	67.5	0.81	55	0.660	62.5	0.750
1/3 AGUAS ABAJO	A	103	1.236	85	1.02	82	0.984	90	1.080
	B	105	1.260	86	1.032	83	0.996	88	1.056
	Tiempo	5 min							
	Media	104	1.248	85.5	1.026	82.5	0.990	89	1.068
2/3 AGUAS ABAJO	A	151	1.812	92	1.104	83	0.996	83	0.996
	B	147	1.764	94	1.128	81	0.972	80	0.960
	Tiempo	5 min							
	Media	149	1.788	93	1.116	82	0.984	81.5	0.978
EXTREMO AGUAS ABAJO	A	98	1.176	70	0.84	70	0.84	66	0.792
	B	96	1.152	68	0.816	67	0.804	64	0.768
	Tiempo	5 min							
	Media	97	1.164	69	0.828	68.5	0.822	65	0.780
PRESION (atm)	Entrada	0.60	65	0.780					
	Salida	0.60	0.60	0.60		0.60		0.60	

$$Ea: \frac{Ks \times Cu}{100}$$

Ea: eficiencia de aplicación

Ks: pérdidas inevitables por percolación profunda, evaporación, etc.

Cu: Coeficiente de uniformidad de Distribución.

$$Cu: \frac{\text{caudal mínimo} \times 100}{\text{caudal medio}}$$

$$Cu: \frac{0.759 \times 100}{1.012}$$

$$Cu: 75 \%$$

$$Ks: 90 \%$$

$$Ea: \frac{90\% \times 75\%}{100}$$

$$Ea: 67.5\%$$

**Observaciones:** El sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de tomate indeterminado en el Humedal Velasco Ibarra no presenta una distribución de aplicación adecuada.

**Recomendaciones:** Verificar la reinstalación de goteros con desperfectos en las tuberías laterales



## Segunda evaluación del Sistema de Riego (Parcela de Estudio),

**Humedal Velasco Ibarra, 2005**

Posiciones de los Emisores en el lateral	Posiciones de la lateral sobre la Múltiple								
		Extremo Aguas arriba		1/3 Aguas abajo		2/3 Aguas abajo		Extremo Aguas abajo	
		V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)
EXTREMO AGUAS ARRIBA	A	136	1.632	132	1.584	129	1.548	141	1.692
	B	133	1.596	131	1.572	127	1.524	143	1.716
	Tiempo	5 min							
	Media	134.5	1.614	131.5	1.578	128	1.536	142	1.704
1/3 AGUAS ABAJO	A	138	1.656	132	1.584	129	1.548	140	1.68
	B	137	1.644	134	1.608	131	1.572	142	1.704
	Tiempo	5 min							
	Media	137.5	1.65	133	1.596	130	1.56	141	1.692
2/3 AGUAS ABAJO	A	139	1.668	136	1.632	135	1.62	140	1.68
	B	138	1.656	134	1.608	133	1.596	143	1.716
	Tiempo	5 min							
	Media	138.5	1.662	135	1.62	134	1.608	141.5	1.698
EXTREMO AGUAS ABAJO	A	137	1.644	139	1.668	138	1.656	141	1.692
	B	136	1.632	138	1.656	137	1.644	142	1.704
	Tiempo	5 min							
	Media	136.5	1.638	138.5	1.662	137.5	1.65	141.5	1.698
PRESION (atm)	Entrada	0.60							
	Salida	0.60	0.60	0.60		0.60		0.60	

$$Ea: \frac{Ks \times Cu}{100}$$

Ea: eficiencia de aplicación

Ks: pérdidas inevitables por percolación profunda, evaporación, etc.

Cu: Coeficiente de uniformidad de Distribución.

$$Cu: \frac{\text{caudal mínimo} \times 100}{\text{caudal medio}}$$

$$Cu: \frac{1.5675 \times 100}{1.635}$$

$$Cu: 95.87 \%$$

$$Ks: 90 \%$$

$$Ea: \frac{90\% \times 95.87\%}{100}$$

$$Ea: 86.28 \%$$

**Observaciones:** El sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de tomate indeterminado en el Humedal Velasco Ibarra presenta una distribución de aplicación adecuada.

**Recomendaciones:** Revisar y controlar que los goteros no presenten taponamientos en el futuro.

**Nota:** Cabe mencionar que la presente prueba fue realizada después del cambio total de los goteros existentes en la parcela.

**Primera evaluación del Sistema de Riego (Parcela Testigo), Humedal Velasco Ibarra, 2005**

Posiciones de los Emisores en el lateral	Posiciones de la lateral sobre la Múltiple								
		Extremo Aguas arriba		1/3 Aguas abajo		2/3 Aguas abajo		Extremo Aguas abajo	
		V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)
EXTREMO AGUAS ARRIBA	A	95	1.14	62	0.744	53	0.636	61	0.732
	B	96	1.152	65	0.78	52	0.624	60	0.72
	Tiempo	5 min							
	Media	99	1.182	67	0.804	55.5	0.666	6.5	0.762
1/3 AGUAS ABAJO	A	104	1.236	83	0.996	82	0.984	89	1.068
	B	106	1.260	84	1.008	81	0.972	87	1.044
	Tiempo	5 min							
	Media	105	1.248	83.5	1.002	81.5	0.978	88	1.056
2/3 AGUAS ABAJO	A	149	1.788	91	1.092	84	1.008	84	1.008
	B	146	1.764	93	1.116	82	0.984	81	0.972
	Tiempo	5 min							
	Media	147.5	1.776	92	1.104	83	0.996	82.5	0.99
EXTREMO AGUAS ABAJO	A	97	1.164	71	0.852	71	0.852	65	0.780
	B	95	1.14	69	0.828	65	0.780	64	0.768
	Tiempo	5 min							
	Media	96	1.152	70	0.84	68	0.816	64.5	0.774
PRESION (atm)	Entrada	0.60							
	Salida	0.60	0.60		0.60		0.60		0.60

$$Ea: \frac{Ks \times Cu}{100}$$

Ea: eficiencia de aplicación

Ks: pérdidas inevitables por percolación profunda, evaporación, etc.

Cu: Coeficiente de uniformidad de Distribución.

$$Cu: \frac{\text{caudal mínimo} \times 100}{\text{Caudal medio}}$$

$$Cu: \frac{0.752}{1.009} \times 100$$

$$Cu: 74.52 \%$$

$$Ks: 90 \%$$

$$Ea: \frac{90\% \times 74.52 \%}{100}$$

$$Ea: 67.07 \%$$

**Observaciones:** El sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de tomate indeterminado en el Humedal Velasco Ibarra no presenta una distribución de aplicación adecuada.

**Recomendaciones:** Verificar la reinstalación de goteros con desperfectos en las tuberías laterales.

**Segunda evaluación del Sistema de Riego (Parcela Testigo), Humedal  
Velasco Ibarra, 2005**

Posiciones de los Emisores en el lateral	Posiciones de la lateral sobre la Múltiple								
		Extremo Aguas arriba		1/3 Aguas abajo		2/3 Aguas abajo		Extremo Aguas abajo	
		V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)	V (ml)	Q (lt)
EXTREMO AGUAS ARRIBA	A	69	0.828	52	0.624	70	0.84	97	1.164
	B	68	0.816	54	0.648	71	0.852	98	1.176
	Tiempo	5 min							
	Media	68.5	0.822	53	0.636	70.5	0.846	98.5	1.17
1/3 AGUAS ABAJO	A	69	0.828	58	0.696	84	1.008	72	0.864
	B	72	0.864	60	0.72	82	0.984	74	0.888
	Tiempo	5 min							
	Media	70.5	0.846	59	0.708	83	0.996	73	0.876
2/3 AGUAS ABAJO	A	73	0.876	71	0.852	53	0.636	49	0.588
	B	75	0.9	72	0.864	51	0.612	47	0.564
	Tiempo	5 min							
	Media	74	0.888	71.5	0.858	52	0.624	48	0.576
EXTREMO AGUAS ABAJO	A	75	0.9	72	0.864	59	0.708	46	0.552
	B	82	1.02	76	0.912	63	0.756	52	0.624
	Tiempo	5 min							
	Media	78.5	0.96	74	0.888	61	0.732	49	0.588
PRESION (atm)	Entrada	0.60							
	Salida	0.60	0.60	0.60		0.60		0.60	



$$Ea: \frac{Ks \times Cu}{100}$$

Ea: eficiencia de aplicación

Ks: pérdidas inevitables por precolación profunda, evaporación, etc.

Cu: Coeficiente de uniformidad de Distribución.

$$Cu: \frac{\text{caudal mínimo} \times 100}{\text{caudal medio}}$$

$$Cu: \frac{0.606 \times 100}{0.798}$$

$$Cu: 75.94 \%$$

$$Ks: 90 \%$$

$$Ea: \frac{90\% \times 75.94\%}{100}$$

$$Ea: 68.35\%$$

**Observaciones:** El sistema de riego por goteo instalado en el cultivo de tomate indeterminado en el Humedal Velasco Ibarra no presenta una distribución de aplicación adecuada.

**Recomendaciones:** Verificar la reinstalación de goteros con desperfectos en las tuberías laterales.

## ANEXO 3.1 y 3.2

**Calculo de láminas de riego por goteo, Humedal Velasco Ibarra, 2005.**

TABLA 1.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES:DICIEMBRE 2004				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
2	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
3	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
4	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
5	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
6	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
7	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
8	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
9	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
10	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
11	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
12	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
13	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
14	3	0,75	2,25	0,45	0,86	1,18	0,59	0,17	7,65
15	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
16	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
17	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
18	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
19	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
20	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
21	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
22	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
23	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
24	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
25	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
26	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
27	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
28	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
29	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
30	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
31	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75



TABLA 2.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES: ENERO 2005				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO: GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
2	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
3	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
4	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
5	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
6	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
7	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
8	7	0,75	5,25	0,45	0,86	2,75	1,37	0,40	17,86
9	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
10	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	1,18	0,35	15,31
11	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
12	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
13	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
14	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
15	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
16	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
17	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
18	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
19	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	1,31	0,38	17,01
20	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	1,31	0,38	17,01
21	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
22	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
23	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
24	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
25	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
26	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
27	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	2,29	0,67	29,76
28	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	2,29	0,67	29,76
29	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	2,29	0,67	29,76
30	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	2,29	0,67	29,76
31	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51



TABLA 3.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES:FEBRERO 2005			Ep: 0,5		Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO			Ef:0,86		# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	0,78	0,23	10,20
2	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
3	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	1,31	0,38	17,01
4	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	0,65	0,19	8,50
5	4,2	0,75	3,15	0,75	0,86	2,75	1,37	0,40	17,86
6	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	0,65	0,19	8,50
7	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
8	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	0,65	0,19	8,50
9	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
10	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	1,31	0,38	17,01
11	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
12	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	0,98	0,29	12,75
13	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	1,31	0,38	17,01
14	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	1,96	0,58	25,51
15	8	0,75	6	1,15	0,86	8,02	4,01	1,18	52,15
16	2	0,75	1,5	1,15	0,86	2,01	1,00	0,29	13,04
17	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
18	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
19	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
20	1	0,75	0,75	1,15	0,86	1,00	0,50	0,15	6,52
21	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
22	3,5	0,75	2,625	1,15	0,86	3,51	1,76	0,52	22,82
23	2	0,75	1,5	1,15	0,86	2,01	1,00	0,29	13,04
24	3,3	0,75	2,475	1,15	0,86	3,31	1,65	0,49	21,51
25	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
26	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
27	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
28	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56

TABLA 4.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES:MARZO 2005				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
2	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
3	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
4	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
5	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
6	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
7	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
8	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
9	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
10	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
11	6	0,75	4,5	1,15	0,86	6,02	3,01	0,88	39,11
12	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
13	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
14	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
15	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
16	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
17	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
18	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
19	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
20	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
21	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
22	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
23	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
24	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
25	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
26	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
27	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56
28	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
29	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	2,51	0,74	32,59
30	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	2,01	0,59	26,08
31	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	1,50	0,44	19,56



TABLA 6.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.										
MES:MAYO 2005				Ep: 0,5	Eh:1					
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.		
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>	
1	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
2	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
3	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
4	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
5	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07	
6	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
7	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07	
8	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07	
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
10	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
11	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
12	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	
13	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
14	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21	
15	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	
16	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	
17	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
18	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
19	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
21	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
22	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
24	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07	
25	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
26	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14	
27	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
28	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60	
29	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	
30	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21	
31	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67	

TABLA 5.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES: ABRIL 2005				Ep: 0,5	Eh: 1				
SISTEMA DE RIEGO: GOTEO				Ef: 0,86	# de emisores: 2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
2	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
4	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
5	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
6	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
7	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
8	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
10	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
12	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
14	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
15	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
16	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
17	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
18	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
19	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
21	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
24	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
25	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
26	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
27	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
28	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
29	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14



TABLA 6.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES:MAYO 2005				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
2	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
3	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
4	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
5	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
6	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
7	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
8	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
10	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
11	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
12	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
13	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
14	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
15	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
16	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
17	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
18	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
19	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
21	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
22	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
24	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
25	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
26	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
27	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
28	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
29	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
30	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
31	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67

TABLA 7.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES: JUNIO 2005				Ep: 0,5	Eh: 1				
SISTEMA DE RIEGO: GOTEIO				Ef: 0,86	# de emisores: 2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Elina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
2	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
4	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
5	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
6	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
7	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
8	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
9	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,35	0,10	4,53
10	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
11	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
12	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
13	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
14	7	0,75	5,25	0,8	0,86	4,88	2,44	0,72	31,74
15	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
16	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
17	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
18	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
19	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,35	0,10	4,53
20	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
21	8	0,75	6	0,8	0,86	5,58	2,79	0,82	36,28
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
24	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,35	0,10	4,53
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
26	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
27	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
29	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14



TABLA 8.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES: JULIO 2005				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
2	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
4	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
5	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
6	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
7	8	0,75	6	0,8	0,86	5,58	2,79	0,82	36,28
8	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
10	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
12	7	0,75	5,25	0,8	0,86	4,88	2,44	0,72	31,74
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
14	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
15	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
16	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
17	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
18	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
19	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
20	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
21	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
23	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
24	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,35	0,10	4,53
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
26	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
27	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
29	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
30	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,35	0,10	4,53
31	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60



TABLA 9.- CALCULOS DE LAMINA DE RIEGO.									
MES:AGOSTO 2005				Ep: 0,5	Eh:1				
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,8 6	# de emisores:2			Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Vap lts	Ti h	V m <sup>3</sup>
1	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
2	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
3	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
4	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
5	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
6	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
7	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
8	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
10	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
12	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
14	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
15	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
16	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
17	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
18	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
19	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
21	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	2,09	0,62	27,21
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
23	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	1,74	0,51	22,67
24	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
26	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
27	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	0,70	0,21	9,07
29	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	1,40	0,41	18,14
31	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	1,05	0,31	13,60

### ANEXO 3.3

#### Balance hidrico riego por goteo, Humedal Velasco

TABLA 1.- BALANCE HIDRICO								
MES:DICIEMBRE 2004				Ep: 0,5	Eh:1			
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA
1	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
2	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
3	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
4	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
5	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
6	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
7	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
8	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
9	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
10	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
11	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
12	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
13	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
14	3	0,75	2,25	0,45	0,86	1,18	1,2	
15	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA
16	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
17	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
18	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
19	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
20	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
21	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
22	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
23	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
24	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
25	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
26	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
27	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
28	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
29	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
30	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
31	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	



TABLA 2.- BALANCE HIDRICO								
MES:ENERO 2005				Ep: 0,5	Eh:1			
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			A
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	
1	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
2	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
3	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
4	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
5	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
6	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
7	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
8	7	0,75	5,25	0,45	0,86	2,75	2,7	
9	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
10	6	0,75	4,5	0,45	0,86	2,35	2,4	
11	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
12	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
13	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
14	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
15	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2,0	
16	5	0,75	3,75	0,45	0,86	1,96	2	
17	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
18	4	0,75	3	0,45	0,86	1,57	1,6	
19	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	A
20	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	
21	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
22	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
23	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
24	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
25	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
26	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
27	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	4,6	
28	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	4,6	
29	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	4,6	
30	7	0,75	5,25	0,75	0,86	4,58	4,6	
31	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	



TABLA 3.- BALANCE HIDRICO								
MES: FEBRERO 2005				Ep: 0,5				
SISTEMA DE RIEGO: GOTEIO				Ef: 0,86		# de emisores: 2		
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AC
1	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	
2	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	2,0	
3	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	
4	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	1,3	
5	4,2	0,75	3,15	0,75	0,86	2,75	2,7	
6	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	1,3	
7	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	2,0	
8	2	0,75	1,5	0,75	0,86	1,31	1,3	
9	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	2,0	
10	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	
11	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	2,0	
12	3	0,75	2,25	0,75	0,86	1,96	2,0	
13	4	0,75	3	0,75	0,86	2,62	2,6	
14	6	0,75	4,5	0,75	0,86	3,92	3,9	
15	8	0,75	6	1,15	0,86	8,02	8,0	
16	2	0,75	1,5	1,15	0,86	2,01	2,0	
17	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
18	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
19	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AG
20	1	0,75	0,75	1,15	0,86	1,00	1,0	
21	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
22	3,5	0,75	2,625	1,15	0,86	3,51	3,5	
23	2	0,75	1,5	1,15	0,86	2,01	2,0	
24	3,3	0,75	2,475	1,15	0,86	3,31	3,3	
25	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
26	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
27	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
28	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	

MES: MARZO 2005  
SISTEMA DE RIEGO: GOTEO

Ep: 0,5 Eh: 1

Ef: 0,86 # de emisores: 2

Qe: 1

DIA No.	Etina mm	Ktin a	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AC 18%
1	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
2	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
3	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
4	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
5	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
6	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
7	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
8	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
9	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
10	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
11	6	0,75	4,5	1,15	0,86	6,02	6,0	
12	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
13	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
14	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
15	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
16	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
17	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
18	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktin a	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	A 1
20	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
21	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
22	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
23	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
24	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
25	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
26	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
27	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	
28	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
29	5	0,75	3,75	1,15	0,86	5,01	5,0	
30	4	0,75	3	1,15	0,86	4,01	4,0	
31	3	0,75	2,25	1,15	0,86	3,01	3,0	

TABLA 5.- BALANCE HIDRICO

MES: ABRIL 2005      Ep: 0,5   Eh: 1  
 SISTEMA DE RIEGO: GOTEIO      Ef: 0,86      # de emisores: 2

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Defic mm
1	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
2	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
4	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
5	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
6	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
7	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
8	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
10	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
12	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
14	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4
15	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
16	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4
17	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1



Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Defic mm
19	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
21	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
24	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1
25	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
26	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5
27	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2
28	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5
29	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8

TABLA 6.- BALANCE HIDRICO								
MES:MAYO 2005				Ep: 0,5		Eh:1		
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86		# de emisores:2		
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DE
1	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
2	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
3	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
4	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
5	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
6	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
7	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
8	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
10	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
11	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
12	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
13	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
14	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	
15	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
16	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
17	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
18	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DE
19	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
21	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
22	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
24	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
25	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
26	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
27	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
28	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
29	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
30	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	
31	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	

MES: JUNIO 2005

TABLA 7.- BALANCE HIDRICO  
Ep: 0,5 Eh: 1

SISTEMA DE RIEGO: GOTEO				Ef: 0,86		# de emisores: 2		Qe: 1,7 lts/h.	
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DISP. DEF. mm	
1	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50	
2	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63	
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
4	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
5	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
6	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63	
7	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
8	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0,25	
9	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,7	0,13	
10	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0,25	
11	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
12	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75	
13	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50	
14	7	0,75	5,25	0,8	0,86	4,88	4,9	0,88	
15	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	
16	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63	
17	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50	
18	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DISP. DEF. mm
19	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,7	0,13
20	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
21	8	0,75	6	0,8	0,86	5,58	5,6	1,00
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
23	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
24	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,7	0,13
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
26	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
27	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0,25
29	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50



TABLA 8.- BALANCE HIDRICO								
MES: JULIO 2005				Ep: 0,5		Eh: 1		
SISTEMA DE RIEGO: GOTEIO				Ef: 0,86		# de emissores: 2		Qe: 1,7 l/h
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DE
1	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
2	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
3	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
4	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	
5	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
6	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
7	8	0,75	6	0,8	0,86	5,58	5,6	
8	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
10	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
12	7	0,75	5,25	0,8	0,86	4,88	4,9	
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
14	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	
15	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	
16	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	
17	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	
18	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA D DEF
19	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0
20	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0
21	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0
23	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0
24	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,7	0
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0
26	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0
27	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0
29	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0
30	1	0,75	0,75	0,8	0,86	0,70	0,7	0
31	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0

TABLA 9.- BALANCE HIDRICO

MES:AGOSTO 2005				Ep: 0,5	Eh:1			
SISTEMA DE RIEGO:GOTEO				Ef:0,86	# de emisores:2			
DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DISP DEF. m
1	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
2	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
3	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
4	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
5	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
6	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
7	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
8	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
9	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
10	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
11	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
12	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
13	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
14	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
15	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
16	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
17	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
18	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
19	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63

Viene

DIA No.	Etina mm	Ktina	Eto mm	Kc	Ef %	Lb mm	Deficit mm	AGUA DISP. DEF. mm
20	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
21	6	0,75	4,5	0,8	0,86	4,19	4,2	0,75
22	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
23	5	0,75	3,75	0,8	0,86	3,49	3,5	0,63
24	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0,25
25	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
26	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
27	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
28	2	0,75	1,5	0,8	0,86	1,40	1,4	0,25
29	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38
30	4	0,75	3	0,8	0,86	2,79	2,8	0,50
31	3	0,75	2,25	0,8	0,86	2,09	2,1	0,38

### ANEXO 3.3

Produccion de las parcelas de estudio y testigo, Humedal

Velasco Ibarra, 2005

#### PRODUCCION DE LA PARCELA DE ESTUDIO

Día		Mes	Cajas	Cajas-Med
Sábado	2	Abril	12	3
Lunes	4	Abril	19	3
Jueves	7	Abril	56	3
Sábado	9	Abril	84	3
Lunes	11	Abril	112	3
Jueves	14	Abril	148	3
Sábado	16	Abril	93	3
Martes	19	Abril	98	3
Jueves	21	Abril	142	3
Sábado	23	Abril	157	3
Lunes	25	Abril	94	4
Jueves	28	Abril	77	3
Sábado	30	Abril	74	4
Lunes	2	Mayo	57	3
Miércoles	4	Mayo	154	3
Viernes	6	Mayo	189	40
Lunes	9	Mayo	138	35
Miércoles	11	Mayo	143	3
Viernes	13	Mayo	60	4
Lunes	16	Mayo	60	3
Miércoles	18	Mayo	67	3
Viernes	20	Mayo	53	4
Lunes	23	Mayo	53	4
Miércoles	25	Mayo	54	8
Viernes	27	Mayo	52	3
Lunes	30	Mayo	59	8
Miércoles	1	Junio	55	5
Viernes	3	Junio	56	3
Lunes	6	Junio	56	3
Jueves	9	Junio	49	4
Sábado	11	Junio	51	3
Lunes	13	Junio	54	5
Miércoles	15	Junio	49	8



Sigue

Viene

<b>Día</b>	<b>Mes</b>	<b>Cajas</b>	<b>Cajas-Med</b>
Viernes 17	Junio	56	5
Lunes 20	Junio	50	3
Viernes 24	Junio	51	8
Miércoles 29	Junio	55	3
Viernes 1	Julio	59	4
Lunes 4	Julio	60	3
Viernes 8	Julio	54	4
Lunes 11	Julio	57	8
Viernes 15	Julio	61	3
Lunes 18	Julio	45	4
Viernes 22	Julio	53	4
Lunes 25	Julio	48	3
Viernes 29	Julio	56	5
Lunes 1	Agosto	75	8
Viernes 5	Agosto	69	4
Lunes 8	Agosto	62	8
Viernes 12	Agosto	67	4
Lunes 15	Agosto	67	5
Viernes 19	Agosto	47	8
Lunes 22	Agosto	50	6
<b># Cajas</b>		3817	293
<b># Cajas totales</b>		4110	
<b># Cajas por hcta</b>		6323	

## Producción de la parcela testigo, Humedal Velasco Ibarra, 2005

Día		Mes	Cajas	Cajas-Med
Sábado	2	Abril	20	4
Lunes	4	Abril	28	3
Jueves	7	Abril	59	2
Sábado	9	Abril	65	3
Lunes	11	Abril	109	3
Jueves	14	Abril	141	2
Sábado	16	Abril	91	8
Martes	19	Abril	66	3
Jueves	21	Abril	133	3
Sábado	23	Abril	142	8
Lunes	25	Abril	94	2
Jueves	28	Abril	83	3
Sábado	30	Abril	54	4
Lunes	2	Mayo	67	3
Miércoles	4	Mayo	167	8
Viernes	6	Mayo	155	3
Lunes	9	Mayo	129	8
Miércoles	11	Mayo	121	3
Viernes	13	Mayo	59	4
Lunes	16	Mayo	50	3
Miércoles	18	Mayo	52	3
Viernes	20	Mayo	31	8
Lunes	23	Mayo	43	4
Miércoles	25	Mayo	46	3
Viernes	27	Mayo	51	4
Lunes	30	Mayo	39	3
Miércoles	1	Junio	52	5
Viernes	3	Junio	36	3
Lunes	6	Junio	26	3
Jueves	9	Junio	49	4
Sábado	11	Junio	31	8
Lunes	13	Junio	44	5
Miércoles	15	Junio	55	8

Viernes	17	Junio	41	5
Lunes	20	Junio	40	8
Viernes	24	Junio	51	3

Sigue

Viene

Día	Mes	Cajas	Cajas-Med
Miércoles 29	Junio	55	8
Viernes 1	Julio	69	4
Lunes 4	Julio	50	8
Viernes 8	Julio	54	4
Lunes 11	Julio	47	3
Viernes 15	Julio	62	8
Lunes 18	Julio	55	4
Viernes 22	Julio	61	5
Lunes 25	Julio	32	8
Viernes 29	Julio	46	5
Lunes 1	Agosto	35	8
Viernes 5	Agosto	39	4
Lunes 8	Agosto	42	3
Viernes 12	Agosto	47	4
Lunes 15	Agosto	57	8
Viernes 19	Agosto	46	4
Lunes 22	Agosto	41	7
# Cajas		3368	252
# Cajas totales :		3620	
# Cajas por hcta		5569	

## **APENDICE**

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

1. Clark G. (1993); Programación de riego por goteo en hortalizas. Agricultura de las Américas.
2. Del Amor, F. (1989); Ensayo sobre naranjo. De. Caja Rural Central. Orihuela.
3. Del Amor F, León A. y Torrecilla A. (1984); Guía practica para el riego y la fertilización. Caja Central Rural. Orihuela
4. Alfaro J.(1990); Uso de agua y energía para riego en América Latina. Agua para la Agricultura, España.
5. Álava P. (1995); Folleto "El tensiòmetro y sus usos". Guayaquil-Ecuador.
6. Doorenbos J. y W.O. Pruitt (1987). Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje. Manual 24.

7. Israel Hansen (1981); Principios y Aplicaciones del riego. Segunda Edición. Reberte S.A., Barcelona-Argentina-México.
8. Promsa (2003); Estudio del Potencial Agroindustrial y Exportador de la Península de Santa Elena y de los Recursos necesarios para su implantación.
9. M<sup>a</sup> D. Fernández, F. Orgaz, E. Fereres, J. C. López, A. Céspedes, J. Pérez, S. Bonachela, M. Gallardo; Programación de riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español, Estación las Palmerillas.
10. Grassi, C.J. (1987). Fundamentos de riego. CIDIAT. Mérida – Venezuela.
11. Del Amor F. y León A. (1985). Principios del riego localizado. Componentes, ventajas e inconvenientes. Murcia – España.
12. Aguilera, c. y r. Martínez e. 1996. relaciones agua, suelo, planta, atmósfera. 4a ed. universidad autónoma chapingo. chapingo, México.



de la cebada (*hordeum vulgare* L.) a diferentes niveles de humedad aprovechable residual en el suelo en tres etapas

13. Tijerina Ch., L. (1992). Uso eficiente del agua en unidades de riego para el desarrollo rural. Diplomado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

14. How, W.H.; Otros. (1976). Sistema de riego; 2ª edición; Acribia. Zaragoza-España.