



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS**  
**NATURALES Y DEL AMBIENTE**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**RESPUESTA AGRONÓMICA DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum*  
*licopersicum* L) HIBRIDO MICAELA A LA APLICACIÓN DE TRES  
LAMINAS DE AGUA CON TRES FRECUENCIAS DE RIEGO BAJO  
INVERNADERO EN LA LOCALIDAD DE YAGUI, PROVINCIA  
BOLÍVAR**

Tesis de Grado Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo Otorgado por la  
Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos  
Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica.

**AUTOR:**

**LEONARDO RAFAEL VELASCO BENAVIDES**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. AGR. OLMEDO ZAPATA ILLANES. M.Sc.**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2014**

**“RESPUESTA AGRONÓMICA DE TOMATE RIÑÓN (Solanum  
licopersicum L) HIBRIDO MICAELA A LA APLICACIÓN DE  
TRES LAMINAS DE AGUA CON TRES FRECUENCIAS DE  
RIEGO BAJO INVERNADERO EN LA LOCALIDAD DE  
YAGUI, PROVINCIA BOLÍVAR”**

**REVISADO POR:**

.....  
ING. OLMEDO ZAPATA ILLANEZ M.Sc  
DIRECTOR DE TESIS

.....  
ING. CARLOS MONAR BENAVIDES. M.Sc  
BIOMETRISTA

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACIÓN DE TESIS.**

.....  
ING. LUIS GALARZA M.Sc.  
ÁREA TÉCNICA

.....  
ING. ADOLFO BALLESTEROS M.Sc.  
REDACCIÓN TÉCNICA

## **DEDICATORIA**

Al concluir esta etapa académica; superando situaciones difíciles para así compensar el amor y sacrificio de quienes me impulsaron, motivaron y encaminaron para llegar a culminar esta carrera.

La presente investigación y culminación de una meta propuesta, fruto del esfuerzo y lucha constante, está dedicado con mucho cariño a mis PADRES; así como a mi ESPOSA e HIJOS, por su comprensión y apoyo incondicional, quienes fueron mi inspiración para salir siempre adelante y así poder alcanzar esta meta muy importante para mí; “este éxito también es de ustedes”.

**LEONARDO RAFAEL**

## **AGRADECIMIENTO**

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, a la Escuela de Ingeniería Agronómica por abrirme sus puertas y permitirme ser una persona formada en sus aulas con valores y profesionalismo.

Un reconocimiento sincero a todos los docentes y amigos que día a día dejaron su esfuerzo en las aulas con el firme propósito de formar profesionales competitivos.

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su apoyo incondicional y desinteresado contribuyeron en la culminación de mi carrera profesional y el presente trabajo investigativo.

A mi familia; Esposa, hijos, Padres y Hermanos que nunca se cansaron de apoyarme.

Un reconocimiento especial al Ing. Olmedo Zapata, Director de Tesis; Ing. Carlos Monar B; Ing. Luis Galarza e Ing. Adolfo Ballesteros, Miembros del Tribunal de Tesis porque siempre fueron formadores, guías y amigos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO	DENOMINACIÓN	PÁG.
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	Tomate Hortícola.....	4
2.2.	Importancia económica.....	5
2.3.	Taxonomía.....	5
2.4.	Descripción Botánica.....	6
2.4.1.	Raíz.....	6
2.4.2.	Tallo.....	6
2.4.3.	Hojas.....	6
2.4.4.	Flor.....	7
2.4.5.	Fruto.....	7
2.4.6.	Semilla.....	8
2.5.	Tipos de tomate.....	8
2.6.	Características nutricionales.....	9
2.7.	Manejo Agronómico del cultivo.....	11
2.7.1.	Exigencias del cultivo.....	11
2.7.1.1.	Agroecológicas.....	11
2.7.1.2.	Requerimientos edáficos.....	11
2.7.2	Sistema de propagación.....	11
2.7.2.1.	Semilla.....	11

2.7.2.2.	Siembra.....	12
2.7.3.1.	Material de siembra.....	12
2.7.3.2.	Distancia de siembra.....	12
2.7.3.3.	Época de plantación.....	12
2.7.4.	Etapas del cultivo.....	12
2.7.4.1.	Desarrollo de la plantación.....	12
2.7.4.2.	Vida económica.....	12
2.7.5.1.	Selección del terreno.....	13
2.7.5.2.	Preparación del terreno.....	13
2.7.5.1.13	Selección del terreno.....	13
2.7.5.2.	Preparación del terreno.....	13
2.7.5.3.	Fertilización.....	13
2.7.5.4.	Trasplante.....	15
2.7.5.5.	Control de malezas.....	16
2.7.5.6.	Aporcado.....	17
2.7.5.7.	Tutorado.....	17
2.7.5.8.	Riego.....	18
2.7.5.9.	Poda.....	22
2.7.5.10.	Pinzado (Poda de despunte).....	22
2.7.5.11.	Escardas.....	22
2.7.5.12.	Manejo del cuajado.....	23

2.7.6.	Cosecha.....	23
2.7.6.1.	Época.....	23
2.7.6.2.	Tipo.....	23
2.7.7.	Manejo post cosecha.....	23
2.7.7.1.	Cosecha y transporte.....	24
2.7.7.2.	Recepción en planta.....	24
2.7.7.3.	Selección.....	24
2.7.7.4.	Limpieza.....	25
2.7.7.5.	Procesamiento industrial.....	25
2.7.8.	Plagas y enfermedades.....	25
2.7.8.1.	Plagas.....	25
2.7.8.2.	Enfermedades.....	28
2.7.8.4.	Daño por frío.....	31
2.8.	Costos de establecimiento y producción.....	31
2.9.	Consideraciones ambientales.....	31
2.10.	Características del híbrido Michaela.....	33
2.11.	Parámetros hídricos del suelo.....	34
2.11.1.	Capacidad de Campo (CC).....	34
2.11.2.	Punto de Marchitez Permanente (PMP).....	35
2.12.	Periodo crítico del ciclo fenológico del cultivo de tomate riñón.....	36
2.13.	Evapotranspiración.....	37
2.13. 1.	Método para calcular la Evapotranspiración.....	38

2.14.	Uso consuntivo.....	40
2.15.	Coeficiente del cultivo Kc.....	40
2.16.	Lámina de agua.....	41
20.16.1	Calculo de lámina neta o dosis neta de riego.....	41
2.17.	Frecuencia o intervalo de riego.....	42
2.17.1.	Calculo del número de riegos.....	45
2.18.	Invernaderos.....	45
2.18.1.	Construcción de un invernadero.....	45
2.18.2.	Factores que intervienen en el establecimiento del invernadero.....	47
2.19.	Parámetros a considerar en el control climático.....	49
2.19.1.	Temperatura.....	49
2.19.2.	Humedad.....	49
2.19.3.	Climatización de invernaderos.....	50
2.19.4.	Ventilación.....	50
2.20.	Factores que afectan a los requisitos de riego de tomate bajo invernadero.....	51
2.21.	Sistema de riego.....	52
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	54
3.1.	Materiales.....	54
3.1.1.	Ubicación del experimento.....	54
3.1.2	Situación geográfica y climática de la zona.....	54
3.1.3.	Zona de vida.....	55
3.2.	Materiales.....	55



3.2.1.	Material experimental.....	55
3.3.	Métodos.....	56
3.3.1.	Factores en estudio.....	56
3.3.2.	Tratamientos.....	57
3.4.	Procedimiento.....	57
3.4.1.	Área experimental.....	57
3.4.2.	Tipo de análisis.....	58
3.4.2.1.	Modelo Matemático.....	58
3.4.2.2.	Análisis Funcional.....	59
3.2.4.	Métodos de evaluación e indicadores a evaluar.....	59
3.4.3.1.	Porcentaje de prendimiento (PP).....	59
3.4.3.2.	Contenido de humedad antes y después del riego.....	59
3.4.3.3.	Altura de la planta (AP).....	59
3.4.3.4.	Número de hojas (NH).....	59
3.4.3.5.	Longitud de la hoja (LH).....	59
3.4.3.6.	Ancho de la hoja (AH).....	60
3.4.3.7.	Altura de inserción de la primera inflorescencia AH	60
3.4.3.8.	Diámetro del tallo (DT).....	60
3.4.3.9.	Número de entrenudos (N.E).....	60
3.4.3.10.	Días a la primera floración (DPF).....	60
3.4.3.11.	Volumen radicular (V.R).....	61
3.4.3.12.	Número de frutos por racimo.....	61
3.4.3.13.	Número de frutos por planta.....	61

3.4.3.14.	Diámetro de los frutos polar y ecuatorial.....	61
3.4.3.15.	Días a la cosecha (AT).....	61
3.4.3.16.	Rendimiento Kg/Parcela (DE).....	62
3.4.3.17.	Rendimiento Kg/ha (DC).....	62
3.5.	Manejo del experimento.....	62
3.5.1.	Análisis de agua.....	62
3.5.2.	Análisis de suelo (Químico y Textura).....	63
3.5.3.	Preparación del suelo.....	63
3.5.4.	Distribución de la Unidad investigativa.....	63
3.5.5.	Formación de las camas.....	63
3.5.6.	Desinfección de plántulas.....	64
3.5.7.	Trasplante de plántulas.....	64
3.5.8.	Control de malezas.....	64
3.5.9.	Riego.....	64
3.5.10.	Fertilización química.....	65
3.5.11.	Labores culturales.....	65
3.5.12.	Control fitosanitario.....	66
3.5.13.	Cosecha.....	66
3.5.14.	Clasificación de frutos.....	66
3.5.15.	Embalaje.....	66
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1.	Porcentaje de prendimiento (PP).....	67
4.2.	Días a la floración (DF) y Días a la cosecha (DC)....	68

4.3.	Altura de planta (AP) y altura de inserción de la primera inflorescencia (AIF).....	71
4.4.	Número de hojas (NH) y numero de entrenudos (NE)	75
4.5.	Longitud de hojas (LH) y ancho de hojas (AH).....	81
4.6.	Diámetro de tallo (DT) y volumen de raíz (VR).....	87
4.7.	Número de frutos por racimo (NFR) y numero de frutos por planta (NFP).....	93
4.8.	Diámetro de fruto ecuatorial (DFE) y diámetro de fruto polar (DFP).....	97
4.9.	Rendimiento por hectárea (RH).....	101
4.10.	Contenido de humedad antes y después del riego (CHADR).....	106
4.11.	Coefficiente de variación (CV).....	109
4.12.	Análisis de correlación y regresión lineal.....	110
4.13.	Análisis costo/beneficio en \$/ha.....	112
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
5.1.	Conclusiones.....	113
5.2.	Recomendaciones.....	114
VI.	RESUMEN Y SUMMARY.....	115
6.1.	Resumen.....	115
6.2.	Summary.....	115
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	117

ANEXOS

<b>CUADRO N<sup>o</sup></b>	<b>ÍNDICE DE CUADROS DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
CUADRO N <sup>o</sup> 1.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en la variable: PP.....	67
CUADRO N <sup>o</sup> 2.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: DF y DC.....	68
CUADRO N <sup>o</sup> 3.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DF y DC.....	69
CUADRO N <sup>o</sup> 4.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DF y DC.....	70
CUADRO N <sup>o</sup> 5.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: AP y AIF.....	71
CUADRO N <sup>o</sup> 6.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: AP y AIF.....	73
CUADRO N <sup>o</sup> 7.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B en las variables: AP y AIF.	74
CUADRO N <sup>o</sup> 8.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en	75

las variables: NH y NE a los 60 días y 120 días

CUADRO N <sup>0</sup> 9.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: NH y NE a los 60 y 120 días.....	77
CUADRO N <sup>0</sup> 10.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: NH y NE a los 60 y 120 días.....	79
CUADRO N <sup>0</sup> 11.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días.....	81
CUADRO N <sup>0</sup> 12.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días.....	83
CUADRO N <sup>0</sup> 13.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días.....	85
CUADRO N <sup>0</sup> 14.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR. A los 120 días.....	87

CUADRO N <sup>0</sup> 15.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR. A los 120 días.....	89
CUADRO N <sup>0</sup> 16.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR. A los 120 días.....	91
CUADRO N <sup>0</sup> 17.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: NFR y NFP.....	93
CUADRO N <sup>0</sup> 18.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: NFR y NFP.....	94
CUADRO N <sup>0</sup> 19.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: NFR y NFP.....	95
CUADRO N <sup>0</sup> 20.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en las variables: DFE y DFP.....	97
CUADRO N <sup>0</sup> 21.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DFE y DFP.....	98
CUADRO N <sup>0</sup> 22.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B en las variables: DFE y DFP.....	99

CUADRO N <sup>o</sup> 23.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en la variable: RH.....	101
CUADRO N <sup>o</sup> 24.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en la variable: RH.....	103
CUADRO N <sup>o</sup> 25.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DF y DC.....	104
CUADRO N <sup>o</sup> 26.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los `promedios de los tratamientos en las variables: PHAR y PHDR.....	106
CUADRO N <sup>o</sup> 27.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: PHAR y PHDR.....	107
CUADRO N <sup>o</sup> 28.	Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: PHAR y PHDR.....	108
CUADRO N <sup>o</sup> 29.	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que tuvieron una relación estadística significativa con el rendimiento de tomate híbrido Michaela (Variable Dependiente).....	110
CUADRO N <sup>o</sup> 30.	Relación beneficio bruto/costo (RB/C) de los tratamientos T7 y T4.....	112

<b>GRÁFICO N<sup>0</sup></b>	<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS DENOMINACIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
GRÁFICO N <sup>0</sup> 1.	Interacción de factores AxB (laminas de riego por frecuencias) Yagui. 2014.....	101
GRÁFICO N <sup>0</sup> 2.	Factor A (laminas de riego) Yagui. 2014.....	103
GRÁFICO N <sup>0</sup> 3	Respuesta de Factor B (frecuencias de riego) Yagui. 2014	105



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tomate riñón es la hortaliza más cultivada en el mundo, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria. Se puede cultivar en campo abierto e invernadero, desde el nivel del mar hasta una altura de 3200 msnm; en zonas andinas en condiciones de invernadero y en todas las épocas del año, el tomate es exigente en las labores de cultivo durante todo el ciclo por lo que se debe tener cuidado desde la selección de un buen híbrido hasta la pos cosecha.

En los últimos 10 años, el sector agropecuario del Ecuador ha tenido una fuerte influencia de tecnología desarrollada fuera del país, que ha sido implementada y en muchos de los casos adaptada a determinados procesos productivos. Es así que el uso de invernaderos en la agricultura mejoró el rendimiento de la producción al lograr disminuir la incidencia de factores ambientales que a campo abierto resulta imposible controlarlos (<http://www.abcagro.com.html>).

La producción mundial de tomate fresco supera los 211 millones de toneladas en el año 2012, lo que implica un crecimiento del 195% sobre el total producido en el año 2008. China es el principal productor mundial con 50,12 millones de toneladas, el 23,75 por ciento del total mundial. El segundo lugar lo ocupa India con 17,5 millones de toneladas ((8,29%), figurando Estados Unidos en la tercera posición con 13,21 millones de toneladas (6,26%). (<http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias/3084-tomate-mundo-100314>).

En el año 1992 en Ecuador había apenas 50 hectáreas de cultivo de tomate bajo invernadero, estimándose que en la actualidad ha sobrepasado las 1250 hectáreas. Cabe destacar que dicha expansión ocurrió en los últimos ocho años, ya que hasta 2002 había solamente unas 525 hectáreas (Robles, J. 2009).

El rendimiento promedio de una planta de tomate en campo abierto está entre 1,5 a 2 kg, mientras que en invernadero, dependiendo del manejo del cultivo y del clima dentro de la estructura, se obtienen un rendimiento entre 5 a 10 kg por planta y el promedio por hectárea en el año 2009 fue de 1631 cajas bajo

invernadero, con un promedio de 18 kg por caja. La alta productividad, asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor (INEC. 2010).

Las necesidades de agua del cultivo de tomate y la utilización del mismo dependen de la integración de factores climáticos, botánicos y edáficos. Los dos primeros determinan la demanda de agua, mientras que la interacción de los dos últimos establece la oferta de agua porque afectan la retención y movimiento de agua en las raíces (Palacios, E. 1998).

El riego es esencial para asegurar altos niveles de producción; la frecuencia y cantidad (laminas) de este depende del estado de desarrollo del cultivo; las condiciones climáticas del invernadero y del tipo de suelo (Redroban, A. 2010).

Uno de los factores limitantes dentro del proceso de producción dentro de la zona agroecológica de Yagui es la poca cantidad de agua con la que cuenta el pequeño agricultor, 113 lo que se refleja en una baja producción y productividad, inconveniente que puede ser minimizado con la utilización de híbridos con resistencia o tolerancia a estrés de sequía.

En la provincia Bolívar no existen datos reales que incluyan los indicadores de cantidad y frecuencia de riego bajo el sistema de invernaderos; si se considera que el productor desconoce que este factor hídrico, es el determinante para el nivel de inserción y precocidad de la primera floración, sabiendo que a menor altura de inserción, mayor será la producción y productividad del cultivo.

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

- Estudiar la respuesta de 3 láminas de agua para el Tomate Riñón Híbrido Michaela bajo invernadero en la zona agroecológica de Yagui.

- Evaluar el efecto de tres intervalos de riego para el Tomate riñón Híbrido Michaela bajo invernadero.
- Realizar un análisis económico de la Relación Beneficio /Costo del mejor tratamiento.

## **II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Tomate Hortícola**

El tomate es el fruto de la tomatara, planta de origen americano. En concreto, se considera oriundo de Ecuador, Perú y la zona norte de Chile. Su introducción en Europa tuvo lugar desde México. En un principio, la aceptación del tomate en Europa fue muy escasa porque se relacionaba con algunas especies de plantas venenosas. A medida que esta idea fue desapareciendo, el consumo de tomate comenzó a aumentar hasta hacerse muy popular en el siglo XVIII, época en la que se produjo la aparición de la salsa de tomate. No fue hasta el siglo XX cuando su cultivo se extendió por todo el mundo (<http://verduras.consumer.es.html>).

Sin restricciones se cultiva en una diversidad de lugares, especialmente por el paquete tecnológico desarrollado para cultivos bajo invernaderos con altos rendimientos. Al momento existe una gran cantidad de variedades e híbridos que posibilitan la siembra de acuerdo a la demanda y en forma controlada; las zonas más representativas para producción al aire libre son: Manabí, valle del río Portoviejo, península de Santa Elena, Balzar, Santa Isabel, Arenillas, Santa Rosa, Salcedo, Ambato, Pelileo, Guayllabamba, Ibarra, Pimampiro (Proyecto, SICA, 2005).

El desarrollo de variedades tiene como prioridad resultados de cualidades especiales de sabor, simetría, color y resistencia a enfermedades y plagas. Las principales variedades se clasifican según el tipo de tomate, de la siguiente manera:

- Tomates para cortar (slicingtomatoes): Daniela, Dynamo, Riverdale, Red
- Tomate Roma (en forma de huevo): Roma
- Tomate cherry: Cherub, Sweet bite, Sweetie (AGRIPAC, 1999).

Los tomates se comercializan por tipos, descritos como: maduro verde, maduro en la viña, Roma, Cherry, Uva, invernadero e hidropónico.

El tomate Cherry es muy apreciado por su tamaño, color y sabor; mereciendo creciente participación en el mercado. Se han desarrollado variedades de este tipo de tomate con características de maduración retardada, que resultan muy atractivas para los comercializadores y consumidores (<http://www.infoagro.com.html>).

## **2.2. Importancia económica**

El tomate es la hortaliza más popular y difundida mundialmente, por lo tanto la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Curiosamente, su incremento anual en cuanto a producción en estos últimos años, se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza encurtido (Proyecto, SICA, 2005).

## **2.3. Taxonomía**

Reino:           Plantae  
División:       Magnoliophyta  
Clase:           Magnoliopsida  
Subclase:       Asteridae  
Orden:           Solanales  
Familia:         *Solanaceae*.  
Género:         *Solanum*  
Especie:        *esculentum*  
Nombre científico: *Solanum esculentum* Mill.  
(<http://www.fagro.edu.uy.html>)

## **2.4. Descripción Botánica**

### **2.4.1. Raíz**

La planta originada de semilla presenta una raíz principal que crece 2.5 cm. diarios hasta llegar a 60cm de profundidad. De la misma manera se producen ramificaciones y raíces adventicias conformando un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1.5 m de diámetro por 1.5 m de profundidad (Gutiérrez, C. 2004).

### **2.4.2. Tallo**

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. Su estructura, de fuera a dentro, consta de: 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 (<http://www.abcagro.com.html>).

### **2.4.3. Hojas**

Compuestas e imparipinnadas, 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 (<http://www.infoagro.com.html>).

#### **2.4.4. Flor**

Es hermafrodita con pedúnculo corto, cáliz gamosépalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopétala, rotácea, amarilla, con cinco o más lóbulos. El androceo presenta cinco o más estambres adheridos a la corola, con anteras conniventes (formando un tubo). El gineceo, que presenta de dos a treinta carpelos que originan los lóbulos del fruto, está constituido por un pistilo de ovario súpero con estilo liso y estigma achatado, que se desplaza a través del tubo formado por las anteras. Las inflorescencias tienen desde una hasta cincuenta flores. Hasta la primera inflorescencia la ramificación es monopoidal, vale decir que el eje primario emite ramificaciones laterales en la axila de las hojas. El eje primario termina en la primera inflorescencia, la cual es desplazada lateralmente por el brote correspondiente a la axila de la hoja siguiente, que viene a ocupar la dirección de dicho eje. Esto se repite con cada nueva inflorescencia, cuyo resultado es la llamada ramificación “simpodial (<http://www.sica.gov.ec./tomate.html>).

#### **2.4.5. Fruto**

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g, de forma globular, achatada o periforme; de superficie lisa o con surcos longitudinales. El fruto tiene un diámetro de 3 a 16 cm (Vásquez, F. y Espinel, R.; Báez, M. 2000).

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 pecíolo, o bien puede separarse por la zona pedúncular de unión al fruto (Proyecto SICA, 2005).

#### **2.4.6. Semilla**

Tiene 3 a 5 mm de diámetro y es discoidal y de color grisáceo, la superficie está cubierta de vellosidades y pequeñas escamas y restos de las células externas del tegumento, parcialmente gelificadas al producirse la madurez del fruto. En un gramo hay entre 300 y 350 semillas (Tigrero, J. y Ortega, C. 2002).

#### **2.5. Tipos de tomate**

El tomate es la planta hortícola con mayor diversidad en cuanto a tipos de fruto. Entre ellos podemos mencionar:

- Tipo Beef. Es una planta vigorosa. Sus frutos son de gran tamaño y poca consistencia. Es de producción precoz y agrupada.
- Tipo Marmande. Son plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.
- Tipo Vemone. De plantas finas y de hoja estrecha y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre grueso que presentan un elevado grado de acidez y azúcar. Su recolección se realiza en verde pintón.
- Tipo Moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos lisos, redondos y con buena formación en ramillete.
- Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco.
- Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de



50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos.

- Tipo Larga Vida. Se denominan así a aquellas variedades que sus frutos poseen una mayor consistencia y gran conservación de cara a su comercialización, en detrimento del sabor.
- Tipo Ramillete. Cada vez más presente en los mercados, son frutos de calibre medio, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado (<http://www.abcagro.com/hortalizas/tomate4.asp.html>).

## **2.6. Características nutricionales**

El tomate es un alimento poco energético que aporta apenas 20 calorías por 100 gramos. Su componente mayoritario es el agua, seguido de los hidratos de carbono. Es una fuente interesante de fibra, minerales como el potasio y el fósforo, y de vitaminas, entre las que destacan la C, E, provitamina A y vitaminas del grupo B, en especial B1 y niacina o B3. Además, presenta un alto contenido en carotenos como el licopeno, pigmento natural que aporta al tomate su color rojo característico. El alto contenido en vitaminas C y E y la presencia de carotenos en el tomate convierten a éste en una importante fuente de antioxidantes, sustancias con función protectora de nuestro organismo (<http://www.verduras.consumer.es.html>).

La vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, y ésta última además interviene en la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. También favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente las infecciones (<http://www.infoagro.com>).

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes (Corpeno, B. 2004).

La niacina o vitamina B3 actúa en el funcionamiento del sistema digestivo, el buen estado de la piel, el sistema nervioso y en la conversión de los alimentos en energía (<http://www.dspace.espol.edu.ec>).

El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de intervenir en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula (<http://www.infoagro.com.html>).

### Composición química promedio

Composición química	Porcentaje
Agua	94
Hidratos de carbono	4
Grasas	0
Proteínas.	1
Cenizas	0.3
Otros (ácidos, vitaminas, etc.)	0.7

Fuente: SICA 2009.

### Contenido de vitaminas del tomate

Composición química	Contenido
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700 UI
Vitamina B1 (tiamina)	0.10 Mg/100 g
Vitamina B2 (riboflavina)	0.02 Mg/100 g
Vitamina B5 (niacina)	0.60 Mg /100 g

Fuente: SICA 2009

## **2.7. Manejo Agronómico del cultivo.**

### **2.7.1. Exigencias del cultivo**

#### **2.7.1.1. Agroecológicas**

Clima: Cálidos, templados.

Temperatura: 24 – 25° C.

Humedad: 86% (Tigrero, J.; Ortega, C. 2002).

#### **2.7.1.2. Requerimientos edáficos**

Textura: Silicio arcillosa. Franco arenosa.

Acidez: pH 6.0 - 7.0.

Tipo de suelo: Profundos, con buen drenaje.

Contenido de materia orgánica: Por sobre el 2% (Proyecto SICA, 2005).

### **2.7.2 Sistema de propagación**

#### **2.7.2.1. Semilla**

Una semilla no debe rendir menos del 83% de germinación. Los cuidados que el productor proporciona a este ser vivo, parten desde el almacenamiento en lugares frescos, una distribución en los semilleros o almacigas homogéneas, suficiente humedad y temperatura, para explotar el máximo potencial de un híbrido, desde esta fase por su alto costo (AGRIPAC, 1999).

### **2.7.2.2. Siembra**

#### **2.7.3.1. Material de siembra**

Plantas vigorosas, sanas, bien formadas, procedentes de pilonera, soil blocks, jiffypots, paperpots (Proyecto, SICA, 2005).

#### **2.7.3.2. Distancia de siembra**

La distancia de siembra determina el número de brazos a manejar, en invernadero generalmente se cultiva el tomate a doble fila, dejando un espacio de caminos que varía entre 1,0 m a 1,15 m; cuando la distancia en la doble fila está entre 0,20 a 0,25 m y entre plantas hay 0,30 a 0,35 m, es recomendable manejar a un brazo, debido a la elevada densidad de siembra; si las distancias son de 0,40 entre doble fila y entre 0,40 o 0,45 m entre plantas, se puede manejar a dos brazos, a mayor distancia se puede manejar a tres brazos (Vásquez, F. y Espinel, R.; Baez, M. 2000).

#### **2.7.3.3. Época de plantación**

Bajo invernadero con agua disponible, se puede sembrar en cualquier época del año (<http://www.bce.fin.ec>, SICA, 2005).

### **2.7.4. Etapas del cultivo**

#### **2.7.4.1. Desarrollo de la plantación**

Inicio de la cosecha: 80 a 90 días dependiendo de la variedad (Corpeno, B. 2004).

#### **2.7.4.2. Vida económica**

La recolección se realiza a los 95 a 110 días, de forma manual, dos cosechas por semana durante 4 a 6 semanas. La producción alcanza de 45 a 60 toneladas por

hectárea. El punto de cosecha es cuando posee un 25 % de maduración. Se lo empaca para el mercado interno en cajas de madera con un peso de 20 a 22 kilos (<http://www.sica.gov.ec.html>).

## **2.7.5. Técnicas del cultivo**

### **2.7.5.1. Selección del terreno**

Es el sitio en donde se establece el invernadero tomando en cuenta la dirección del viento, el nivel del suelo y la ubicación del área (Gutiérrez, C. 2004).

### **2.7.5.2. Preparación del terreno**

En zonas de ladera debe hacerse el mínimo laboreo únicamente eliminando malezas y ahoyando a través de la pendiente en curvas a nivel para conducir el agua y evitar la erosión. En zonas mecanizables una arada y dos rastrilladas son suficientes en terrenos que ya han sido cultivados. La surcada se hace cuando el semillero está listo para el transplante. Donde sea necesario, debe caballonearse con pendientes del 1% para facilitar el drenaje y canalizar el riego (<http://www.sica.gov.ec.html>).

En suelos arcillosos, se requiere buen drenaje. pH de 5,5 a 6,8. En cuanto a la preparación se realiza un pase de subsolador, un pase de arado, uno de rastra y la surcadora para elaborar las camas o camellones; luego se aplica la fertilización básica para el posterior pase de rotavator. Con esto se obtiene un suelo suelto, para el mayor desarrollo radicular y aireación del cultivo (<http://www.sica.gov.ec/agronegocios.html>).

### **2.7.5.3. Fertilización**

Debe ser oportuna y adecuada. Es necesario considerar el análisis de suelo, el arreglo espacial y el riego, pero en general se recomienda que todos los elementos sean suministrados (Corpeno, B. 2004).

Se considera que el cultivo de tomate necesita las siguientes cantidades de nutrientes para tener rendimientos arriba de las 150,000 lb. / Mz (AGRIPAC, 1999).

- **Fertilización básica**

Fertilización granulada al trasplante con formula 18-46-0 y Sulpomag (Sulfato de Potasio y Magnesio), aplicados por postura (por planta), y alejado a 10 cm. del tallo. La cantidad recomendada son 350 lb. de fórmula 18-46-0 y 140 lb. de Sulpomag por manzana (<http://www.horticom.com.html>).

- **Aplicaciones suplementarias**

Depende del tipo de riego que tengamos, ya que con el riego por goteo podemos aplicar con la frecuencia que deseamos sin incurrir en mayores gastos. Si los riegos son de aspersión o gravedad, las fertilizaciones serán manuales, las cuales se recomienda realizarlas más o menos cada 15 días para no incurrir en mucho gasto de mano de obra. La frecuencia de aplicación de los nutrientes se ha hecho de acuerdo a las necesidades diarias del cultivo (<http://www.abcagro.com.html>).

En el caso de necesitar aportar elementos menores, podemos utilizar los quelatos y sulfatos de hierro, manganeso, zinc, boro y cobre; aunque estos normalmente se aportan en forma foliar mediante formulaciones disponibles en el mercado, las cuales se recomiendan según las necesidades de cada sitio. El uso de todos los productos antes mencionados dependerá principalmente del tipo de productor, el precio, el nivel tecnológico (riego por goteo), del estado químico del suelo (pH del suelo) y de la disponibilidad de estos productos en la zona, entre otros (Corpeño, B. 2004).

- **Abonado de cobertera**

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l-1, siendo común aportar 1g.l-1 para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm-1. Los fertilizantes de uso más extendidos son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (<http://www.bce.fin.ec>, SICA, 2005.html).

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.(AGRIPAC, 1999).

Las sustancias húmicas completan la mayoría de los metales presentes en el suelo, aumentando su disponibilidad en las plantas. Los aminoácidos también juegan un papel importante en la captación de nutrientes (<http://www.bce.fin.ec>, SICA, 2005).

#### **2.7.5.4. Trasplante**

Cuando las plantas alcanzan en el semillero una altura de 10 a 12 cm. y su tallo tiene más de 0.5 cm. de diámetro se considera que ya están listas para el trasplante, esto ocurre aproximadamente entre los 22-27 días después de la siembra, en una bandeja de 128 celdas (1.5 pulgadas de tamaño/celda). Existen

algunas consideraciones que deberán tomarse en cuenta antes del trasplante, estas son:

- Al momento del trasplante, el suelo deberá tener la humedad necesaria para que la planta no se deshidrate y pueda recuperarse más fácilmente; si la siembra es en época seca, deberá realizarse un riego pesado con 3 días de anticipación y un riego durante el trasplante para permitir el pegue de la misma y evitar que la solución arrancadora quemé (Corpeño, B. 2004).
- Se deberá seleccionar, en cuanto sea práctico, las horas más frescas del día, es decir, las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde. Aunque con plantines producidos en bandeja se puede realizar a cualquier hora del día, siempre y cuando el suelo y el pilón estén bien mojados (Tigrero, J.; Ortega, C. 2002).
- El tomate debe venir del vivero con la aplicación de un fungicida biológico (*Tricoderma sp.*) y un insecticida sistémico como Confidor o Actara que lo proteja de una infección de virus. Esta aplicación es indispensable hacerla por lo menos 4 días antes del trasplante para que el producto tenga tiempo de trabajar desde el pilón (Vasquez, F. y Espinel, R.; Baez, M. 2000).
- Es necesario hacer un endurecimiento de las plántulas, reduciendo el riego 2 días antes del transplante.
- Las plántulas deberán regarse antes del trasplante (Corpeño, B. 2004).

#### **2.7.5.5. Control de malezas**

Evita la competencia de estas con el tomate, por nutrientes, agua, espacio, luz y CO<sub>2</sub>. También, reduce la presencia de insectos y enfermedades que son albergadas en las malezas (AGRIPAC. 1999).

Desde el transplante a inicio de la cosecha, el periodo crítico de competencia abarca las primeras 6 a 8 semanas pos trasplante y se debe hacer énfasis en el



manejo de malezas gramíneas por ser un cultivo que se desarrolla durante invierno – verano. Adicionalmente, es necesario incluir algunas dicotiledóneas importantes que tienen alta frecuencia de aparición en chacras con historia de producción hortícola; *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium álbum*, *Portulaca oleracea*, *Daturaferox* (<http://www.fagro.edu.uy>).

En el cultivo de tomate riñón bajo cubierta, en el invernadero, la utilización de herbicidas es muy restringida por lo que debe practicarse un cuidadoso control manual y mecánico (<http://www.articulosinfojardin.com.html>).

#### **2.7.5.6. Aporcado**

Se realiza aproximadamente a las cuatro semanas de haber efectuado el transplante, en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena (<http://www.abcagro.com>).

El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (<http://www.bce.fin.ec> SICA, 2005).

#### **2.7.5.7. Tutorado.**

- Altura de tutoreo 2.4 m.
- Cable alma de acero de 1/8 o 3 mm
- Piola tomatera

#### **2.7.5.8. Riego**

Para la planta de tomate la humedad del suelo no debe ser menor a 70-80% de la capacidad del campo, el incremento o la poca humedad no es aconsejable especialmente para los frutos puesto que la calidad de los mismos se ve afectada

Con excesiva humedad los frutos pueden llegar a rajarse, dando así una mala calidad de sabor del fruto, además las plantas se vuelven sensibles al ataque de enfermedades. Con poca humedad el fruto del tomate no se desarrolla adecuadamente y su tamaño es pequeño (<http://html.com/estres-del-tomate.html>).

- **Frecuencia de riego en tomate bajo invernadero.**

Para obtener mejor beneficio se debe dar riego unas horas antes del trasplante, en general desde el momento del trasplante hasta la recolección de los frutos, cada planta de tomate requiere de 75 litros de agua repartidos durante 60 días

El tomate riñón es una planta que requiere ser regada continuamente, así se puede evitar el número de frutos afectado por falta de riego (<http://www.dspace.espol.edu.ec.html>).

Es importante una disponibilidad suficiente de agua para la germinación y/o para la recuperación de las plántulas en el transplante. Un crecimiento temprano rápido es esencial para una buena producción, por lo tanto, en ésta época es esencial una irrigación óptima. Las necesidades de agua en las plantas aumentan a medida que crecen pero el suministro de agua se debe eliminar durante la recolección (<http://www.fagro.edu.uy.html>).

- **Láminas de agua para tomate bajo invernadero.**

Los requisitos hídricos del tomate son del orden de 630 mm de agua por cosecha. Deben descartarse para el riego las aguas con posible contenido de sales (Corpeño, B. 2004).

El requerimiento hídrico del cultivo varía dependiendo de la variedad, entre 300 y 1000 mm (Tigrero & Ortega. 2002).

- **Determinación de la frecuencia y láminas de agua bajo invernadero**

Para determinar el déficit de agua en el suelo a reponer con el riego y la frecuencia con que ello debe hacerse, se requiere conocer las necesidades de agua del cultivo. Esto ayudará a mantener su rendimiento, acorde con los beneficios que se esperan del regadío. Las necesidades de agua de los cultivos y la utilización del agua dependen de la integración de factores climáticos, botánicos y edáficos. Los dos primeros determinan la demanda de agua, mientras que la interacción de los dos últimos establece la oferta de agua porque afectan la retención y movimiento de agua en las raíces (Norero, R. 1984).

- **Método del tanque evaporímetro.**

Esta técnica es bien conocida en el mundo dado que es el método más simple y barato para estimar la evapotranspiración. La cantidad de agua evaporada desde un tanque evaporímetro puede correlacionarse con la evapotranspiración y los tanques evaporímetros son una parte integral en la mayoría de las estaciones climatológicas agrícolas (Palacios, V.E. 1998).

La evapotranspiración de referencia puede ser estimada utilizando la Ecuación:

$$E_{to} = K_p E_p$$

Dónde:

***Ep*** es la evaporación del tanque evaporímetro en las unidades deseadas, por ejemplo mm d-1: cm<sup>3</sup>; ***Kp*** es el coeficiente del tanque evaporímetro, adimensional (0.6, 0.8, 1.0 y 1.2 con riego por Micro mangueras ); y ***Eto***: es la evaporación del cultivo de referencia en las mismas unidades que ***Ep*** (Doorenbos y Kassam, 1986 Citado por Palacios, V.E. 1998).

- **Estrés hídrico:**

Este estrés se genera cuando las necesidades de agua del tomate, bien en forma de lluvia o de riego, no son correspondidas. Será entonces cuando las plantas reacciona al déficit hídrico cerrando los estomas y así evitando la transpiración, pero si este síntoma se va a prolongar un cierto tiempo, la planta deberá llevar a cabo la transpiración, para lo cual reaccionara acumulando solutos y reduciendo el tamaño de sus células para disminuir el potencial hídrico y seguir absorbiendo agua que le permita abrir parcialmente los estomas y continuar realizando sus funciones vitales (<http://html.com/estres-del-tomate.html>).

- **Necesidades generales de agua en un cultivo de tomate:**

Las necesidades hídricas del cultivo del tomate desde la siembra a la recolección forman una línea quebrada que variara dependiendo del momento en el que se encuentre la planta: En la fase que comprende desde el transplante hasta antes de iniciar la planta el cuajado del fruto el consumo de agua no es demasiado elevado debido a que la planta no presenta una gran cantidad de masa vegetal. La línea estará constituida por una recta de ligera pendiente ascendente (Palacios, V.E. 1981).

Una vez se ha iniciado el cuajado del fruto, las necesidades de agua serán mucho mayores debido a que es entonces cuando el fruto comienza a crecer y la propia planta genera materia vegetal como hojas y tallos (<http://www.fagro.edu.uy.html>).

- **Desarrollo del sistema radicular**

El sistema radicular de una planta va a depender del número de extracciones de agua del suelo que realice este sistema, y a su vez de estas dependerán el crecimiento y desarrollo de toda la planta, ya que si una planta recibe agua y nutrientes en abundancia no estimulara demasiado el crecimiento de la raíz, pero si por el contrario el agua y los nutrientes escasean, será necesario para que la planta sobreviva, poseer un sistema radicular amplio.

Normalmente las plantas reaccionan al posible estrés hídrico que puedan tener aumentando la relación Raíz/Parte Aérea ya que es mediante esta por la que podrán captar los nutrientes (<http://www.sica.gov.ec.html>).

El contenido hídrico del suelo, la edad de la planta y el genotipo de la misma son otros factores que determinan el mayor o menor desarrollo del sistema radicular. Un buen sistema radicular influirá en la mayor o menor capacidad de extraer agua del suelo en condiciones de estrés hídrico, que podrá variar hasta en un 20%.

Este sistema radicular crece más deprisa desde la siembra hasta que comienza a desarrollarse el fruto, que a partir de este momento lo realizó más despacio debido a la menor cantidad de nutrientes que le son suministrados (<http://www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/Requerimientos Nutricionales.html>).

- **Crecimiento del fruto:**

El crecimiento del fruto bajo condiciones hídricas está más afectado en la fase de división celular activa que se da en los primeros 10 días posteriores a la anthesis que en la fase de crecimiento exponencial, que se dará entre los 10 y los 40 días aproximadamente (<http://www.chapingo.mx/terra/contenido/18/1/.html>).

### **2.7.5.9. Poda**

La planta de tomate son cultivares de crecimiento indeterminado pueden alcanzar longitudes enormes de acuerdo al cuidado que se le proporcione (AGRIPAC, 1999).

Primera de formación, en la cual se deja una sola rama principal si el objetivo es la producción precoz o de dos a tres ramas si el cultivo es normal. Segunda poda de mantenimiento, por medio de la cual se eliminan los brotes laterales y de las hojas viejas (<http://www.bce.fin.ec>, SICA, 2005.html).

**Poda de hojas.-** Se eliminan todas las hojas que están por debajo del primer racimo floral, esta poda permite dar mayor aireación y luminosidad a la planta con lo que consigue mayor floración, cuajado y calidad de frutos (Gutiérrez, C., et. al. 2004).

### **2.7.5.10. Pinzado (Poda de despunte)**

Consiste en realizar el despunte de la planta sobre la décima inflorescencia después de la segunda hoja, esta poda se efectúa para evitar un desgaste energético y nutricional de la planta, el objetivo de esta poda es trabajar con 9 o 10 racimos de 5 frutos con calibres y pesos uniformes (<http://www.sica.gov.ec.html>).

### **2.7.5.11. Escardas**

Se trata de una cava muy ligera para mantener la tierra suelta, impedir la formación de costra y eliminar las malas hierbas que vayan saliendo a lo largo del cultivo. Se hace muy superficial para no romper raicillas del cultivo (<http://www.articulos.infojardin.com.html>).

#### **2.7.5.12. Manejo del cuajado**

Primera modalidad: Aplicación de fitohormonas de tipo auxínico, induciendo el desarrollo partenocarpico del fruto. Se aplican mojando con 1 o 2 pasadas los ramilletes de inflorescencias. Segunda modalidad: moviendo las inflorescencias, para conseguir el mayor desprendimiento posible de polen (<http://www.fagro.edu.uy.html>).

#### **2.7.6. Cosecha**

##### **2.7.6.1. Época**

Esta labor cultural se efectúa cuando los frutos han alcanzado la madurez fisiológica. La forma tradicional es quitar el pedúnculo del fruto, ocasionando esto una deshidratación (Tigrero, J.; Ortega, C. 2002).

Lo correcto es utilizar cajas anchas en las que se coloque una capa de tomates con su pedúnculo hacia abajo y otra hacia arriba (AGRIPAC, 1999).

##### **2.7.6.2. Tipo**

Manual o de tipo mecánico, depositando el fruto en recipientes que contengan en su interior acolchados de papel, viruta, etc. (proyecto SICA, 2005).

#### **2.7.7. Manejo post cosecha**

En nuestro país, el tomate no lleva ningún proceso de almacenamiento especial, ya que se procura comercializar lo antes posible, además no existe la infraestructura de almacenamiento disponible para hacerlo (Corpeño, B. 2004).

La cosecha de campo se realiza en cestas de plásticas 52 x 35 x 30 cm., posteriormente se desalojan en cajones de madera o de plástico más grandes (80 x 40 x 20 cm.), los cuales no deben llenarse por completo para que no se deterioren los frutos. Más tarde son transportados finalmente a los almacenes de tratamiento (<http://verduras.consumer.es.html>).

#### **2.7.7.2. Recepción en planta**

Las jabas se deben localizar inmediatamente en un sitio seco y fresco, preferible aclimatado. Se recomiendan temperaturas de 8 – 12°C, con una humedad relativa del 80 - 90% (Proyecto SICA, 2005).

El tomate verde maduro se almacena bien entre 10°-12° C, pudiendo mantenerse en estas condiciones por 30 días. No se recomienda almacenar el tomate verde maduro o pintón a temperaturas menores de 10° C. porque sufre daño por frío. El tomate verde maduro después de su almacenamiento a baja temperatura, para alcanzar el mercado con mayor pigmentación rojiza debe ser sometido a un proceso de maduración, el cual se logra poniendo los frutos a 15° o 18° C. El tomate maduro o próximo a este estado, puede almacenarse entre 2°-4° C y mantenerse por 20 días (Corpeño, B. 2004).

#### **2.7.7.3. Selección**

Se realiza con personal capacitado, quienes deben escoger frutos bien formados, de coloraciones rojas uniformes y maduras. Los trabajadores deben estar equipados con delantales que protejan al producto estar en contacto con el vestido o directamente con la piel, para evitar posibles contaminaciones con microorganismos. Equipados con gorras de color blanco para detectar fácilmente la suciedad y mantener constantemente altísimos índices de higiene. La selección del material de cosecha se hace con guantes de látex, facilitando la pericia de la misma (AGRIPAC, 1999).



#### **2.7.7.4. Limpieza**

Se debe eliminar especialmente los residuos de cosecha, hojas, impurezas, frutos rotos, etc. (<http://www.infoagro.com.html>).

**Lavado por aspersión.-** Es probablemente el método más utilizado. Se disponen los productos bajo unas duchas que limpian. La eficiencia del lavado depende de la presión del agua empleada, el volumen de agua utilizado, el tiempo de lavado y la temperatura del agua. Estos aspersores suelen disponerse sobre una cinta de rodillos por la que van pasando los tomates (<http://www.fagro.com.html>).

**Lavado por inmersión.-** A veces este método se emplea antes del lavado por aspersión, pero en otras ocasiones constituye el único método de limpieza. Consiste en introducir los tomates en el depósito de inmersión y se puede producir movimiento del producto o del agua mediante unas paletas para aumentar la efectividad del proceso (<http://www.infoagro.com.html>).

#### **2.7.7.5. Procesamiento industrial**

Una vez clasificados y limpios los frutos entran al proceso industrial de licuado, pasterización y empaquetado en tetrapack (de 500 o 1000 ml) o lata con revestimiento interno, con volúmenes de 100 – 250 – 500 ml (<http://www.bce.fin.ec, SICA, 2005.html>).

#### **2.7.8. Plagas y enfermedades**

##### **2.7.8.1. Plagas**

Para tomar las medidas adecuadas y oportunas de protección del cultivo, es importante conocer perfectamente que malezas, enfermedades e insectos-plagas, atacan al tomate riñón. Las condiciones bajo cubierta favorecen el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo, pero también de las plagas, por lo que debemos conocer también su ciclo de vida, fases y duración de las mismas,

hábitos condiciones que favorecen su desarrollo, en que épocas del año se intensifican su presencia, etc. Esto permitirá al agricultor, tomar las medidas preventivas de control más adecuadas para cada especie y evitar los daños que pueden causar al cultivo (AGRIPAC, 1999).

- **Araña roja** (*Tetranychus urticae*).

Es la especie de araña más común. Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.

Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga (Proyecto SICA, 2005).

- **Mosca blanca** (*Trialeuro desvaporariorum* y *Bemisia tabaci*).

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando las puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie. Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos. Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeuro desvaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del Virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara” (<http://www.abcagro.com.html>).

- **Pulgón** (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*).

Son las especies de pulgón más comunes. Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, mediante las hembras aladas (Corpeno, B. 2004).

- **Trips** (*Frankliniella occidentalis*).

Presentan una gran movilidad de una planta a otra, tienen poco peso y tamaño por lo que son transportados por el viento, transmiten material de propagación. Son ovipositados en el haz y en el envés de las hojas, la hembra al ovipositar, lesiona el tejido vegetal, los adultos pican raspan e inyectan saliva además de succionar el contenido celular, las picaduras afectan tejidos meristemáticos (AGRIPAC, 1999).

- **Minadores de hoja** (*Liriomyza atrifolii*, *Liriomyza zabryoniae*, *Liriomyza zastrigata* y *Liriomyza zahuidobrensis*).

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta entre la hoja, ocasionando las típicas galerías. (Proyecto SICA, 2005).

- **Orugas** (*Spodoptera exigua*, *Heliothis armigera*, *Chrysodeixis chalcites*).

Sus huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plantones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares. Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis*, *Spodoptera* y *Plusias* en tomate, y *Spodoptera* y *Heliothis* en pimiento) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas (<http://www.abcagro.com.html>).

- **Marchitez Bacterial** (*Pseudomonas solanacearum*).

Comienza con la caída de las hojas basales, seguido por la marchitez total de la planta. Al cortar el tallo este exuda un líquido gris gelatinoso cuando se pone en agua. Al cortar un tallo a lo largo se observa internamente una decoloración vascular que va de amarillo a café claro que luego se oscurece o se ahueca a medida que avanza la enfermedad. Se puede diagnosticar al colocar un tallo recién cortado en agua, y ver si exuda una sustancia blanca lechosa de su extremo. La infección se da en las raíces a través de lesiones naturales causadas por el desarrollo de raíces secundarias, lesiones producidas por trasplante, prácticas de cultivo o daño por alimentación de nemátodos e insectos. Se puede propagar por las aguas de riego, equipos de cultivo o trasplantes contaminados. Las temperaturas de 29-35 ° C y altos niveles de humedad favorecen el desarrollo de la enfermedad (Corpeño, B. 2004).

- **Oidio** (*Leveillu lataurica*).

Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende (Proyecto SICA, 2005).

- **Sancocho (Damping off).**

Marchitamiento de plántulas, pudrición y adelgazamiento de la base del tallo. Se controla a través de regulación de la humedad, desinfección del suelo, siembras ralas y aplicaciones de cal (<http://www.sica.gov.ec/agronegocios.html>).

- **Podredumbre gris** (*Botrytis cinerea*).

En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa una vellosidad gris del hongo (Gutierrez, C. 2004).

- **Mildiu** (*Phytophthora infestans*).

Puede aparecer en las hojas, tallos y frutos. Cuando se presenta en las hojas aparece una mancha acuosa de color café oscuro. Con mucha humedad se puede observar el hongo en forma de vello grisáceo en el envés de las hojas. En el tallo la mancha se observa hundida y si hay humedad se pueden observar el micelio. En los frutos tiernos primero la mancha es difusa de color café suave, luego la mancha se hunde adquiriendo un color café oscuro y el fruto muere. Las condiciones favorables de temperatura para su desarrollo las obtiene a los 20 ° C, además el agua es un mecanismo de transporte de las esporas, por lo tanto, en época lluviosa y con campos mal drenados se favorece la enfermedad. El salpique del suelo por la lluvia es otro factor para que la enfermedad aparezca y los frutos tiernos que aún no poseen cera son fácilmente atacados (Tigrero, J.; Ortega, C.2002).

Dentro de los métodos de control que podemos recomendar están:

- Las plantas enfermas hay que eliminarlas y enterrarlas fuera de la parcela.
- Tener un buen sistema de drenajes.
- Utilizar camas bien altas durante la época de lluvias.
- Aplicar productos preventivamente y curativos cuando aparezca la enfermedad. (Corpeño, B. 2004).
- Alternariosis (*Alternaria solani*).

En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y pecíolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas (Proyecto SICA, 2005).

- ***Fusarium*** (*Fusarium oxysporum*).

Generalmente los síntomas comienzan a aparecer cuando las plantas tienen frutos verde maduros, esto incluye el amarillamiento de las hojas basales que gradualmente se propaga a las más jóvenes. Cuando la enfermedad es grave las plantas se marchitan y perecen en forma rápida, por lo general se da un marchitamiento continuo en días calurosos. Una vez desarrollada la enfermedad el sistema radicular se vuelve café y las raíces principales se pudren. Lesiones de color café chocolate se desarrollan a nivel de suelo, las cuales se extienden no más de 25 cm. sobre el nivel del suelo. La propagación de la enfermedad puede ser a través de maquinaria, agua de riego o por el aire. Temperaturas moderadas favorece el desarrollo de esta (Corpeño, B. 2004).

### **2.7.8.3. Virosis**

Al tomate le atacan diversas virosis que agotan a la planta y reducen drásticamente su producción. En cualquier caso, el método de actuación es la eliminación de las plantas afectadas. Como curiosidad, nombraremos algunas de ellas bajo sus siglas conocidas y el nombre asociado con el que se las conoce:

- **CMV** (*Cucumber Mosaic Virus* - Virus del Mosaico del Pepino).
- **TSWV** (*Tomato Spotted Wilt Virus* - Virus del Bronceado del Tomate).
- **TYLCV** (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus* - Virus del Rizado Amarillo del Tomate).
- **ToMV** (*Tomato Mosaic Virus* - Virus del Mosaico del Tomate).
- **PVY** (*Potato Virus Y* - Virus Y de la Patata).
- **TBSV** (*Tomato Bushy Stunt Virus* - Virus del Enanismo Ramificado del tomate. (Gutierrez, C. 2004).

#### **2.7.8.4 Daño por frío**

Los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C si se les mantiene en estas condiciones durante 2 semanas ó a 5°C por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración como incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color y manchado (Proyecto SICA, 2005).

#### **2.8. Costos de establecimiento y producción**

El tomate riñón se ha cultivado tradicionalmente en la sierra y costa del Ecuador, tanto el de mesa como el industrial. En los cinco últimos años se ha iniciado su cultivo de tomate en invernadero con excelentes resultados de rendimientos. Sin embargo por el número de productores que ingresaron al cultivo del tomate en invernadero, la comercialización se ha complicado y los precios se han deprimido. Ecuador está importando el total de sus requerimientos de pasta de tomate desde hace tres años, por cuanto el incremento de costos de producción interno y la baja productividad a campo abierto han bajado la competitividad del producto para la industria. El Ministerio de Agricultura ha emprendido en un proyecto de coordinar acciones entre las empresas fabricantes de pasta de tomate y los productores, para que se siembre tomate industrial a precios concertados. El cultivo en invernadero tiene rendimientos muy superiores que a campo abierto, por lo cual sería una posibilidad real de comercialización interna, para satisfacer primero el mercado interno de pasta y exportar los excedentes. Un volumen pequeño de la producción actual de tomate de mesa se exporta en fresco a Colombia pero no en forma sostenida, más bien esporádica. El valor de la inversión para tomate en invernadero es de USD 37 900, incluyendo la infraestructura y costos de producción del primer ciclo (SICA. 2005).

## 2.9. Consideraciones ambientales

Los cultivos bajo invernadero aplican tecnologías modernas a fin de cumplir con las exigencias del mercado interno y externo en cuanto a la calidad de los productos. Las condiciones favorables del clima y las posibilidades que ofrecen los recursos naturales en el Ecuador, permiten la obtención de productos de óptima calidad para los mercados internacionales. Sin embargo, el cumplimiento de los requisitos de calidad eventualmente trae como consecuencia que los cultivos bajo invernadero utilicen grandes cantidades de fertilizantes y biocidas, a veces sin la adecuada protección de los trabajadores y el suficiente seguimiento de los procesos de contaminación, especialmente de suelos y aguas (<http://www.buscagro.com.html>).

Los requisitos ambientales específicos son los que siguen:

- Tratar los recursos contaminados antes de su entrada a la unidad de producción agrícola (en especial el agua). (Richardson, W. y O, Brauer. 2003).
- Los envase de los químicos permitidos que han sido utilizados, deben ser retornables, si no es así, es mejor limpiarlos en seco y enterrarlos en un lugar adecuado. (Ecuaquimica, 2005).
- Reutilizar y reciclar los residuos que lo permiten para disminuir el volumen de desechos. (Gutierrez, C. 2004).
- Después de la aplicación de agrotóxicos permitidos se deben respetar los tiempos de re entrada: 2 horas después de aspersiones aéreas con fungicidas, 6 horas después de aplicaciones de herbicidas, 72 horas después de aplicaciones de nematocidas (AGRIPAC, 1999).
- Disponer de información detallada referente al uso y manejo de los productos químicos (Arias, M. y J.A. 1999).
- Aplicación del reglamento básico para el almacenamiento de los productos químicos (Corpeño, B. 2004).



- Los biosidas a utilizarse solamente serán los permitidos y los trabajadores deberán recibir entrenamiento y equipo adecuados para su manejo (López, J. 2003).
- Cuando no es posible la rotación o renovación del suelo, se puede esterilizar térmicamente el suelo (<http://www.plagasydesinfeccion.com>).
- La bodega de almacenamiento de los productos debe ser de material impermeable e incombustible, bien aireado, con instalaciones eléctricas seguras (AGRIPAC, 1999).
- Los equipos utilizados en las labores de post cosecha deben garantizar la conservación de los recursos agua y aire (Gutiérrez, C. 2004).
- Realizar análisis periódicos de suelos y aguas para determinar a tiempo los procesos de contaminación (<http://www.plagas y desinfeccion.com.html>).
- Tomar medidas que garanticen que los lugares de trabajo, la maquinaria y los equipos, no presenten riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores (Ecuaquimica, 2005).
- Garantizar a los trabajadores con contratos justos que incluyan seguros de enfermedad y accidentes (Proyecto SICA, 2005).
- Facilitar controles médicos periódicos a los trabajadores que se encuentren en contacto con químicos. (<http://verduras.consumer.es>).
- En las cubiertas de invernaderos, coberturas del suelo, envolturas de ensilado, y otras, se pueden utilizar productos elaborados a base de polietileno y polipropileno, pero luego deben ser retirados del suelo y no ser quemados. No se permite el uso de PVC. Rotular invernaderos donde se ha realizado la fumigación (MAGAP. 2010).

## **2.10. Características del híbrido Michaela.**

Michaela es la nueva generación de la dinastía de Daniela y Dominique. La Michaela es un híbrido de crecimiento indeterminado muy productivo, una planta

vigorosa, follaje con buena ventilación y mayor tolerancia a Nemátodos y Crown Rot. Su fruta tiene vida prolongada y racimo uniforme (MAGAP, 2010).

Descripción del tomate híbrido indeterminado Michaela.

- a. Maduración relativa: Tardía
- b. Vigor de la planta: Fuerte
- c. Peso promedio por fruto (gr): 120-180
- d. Forma del fruto: Redondo/Achatado
- e. Producción promedio: 7,0 - 9,0 kg/planta
- f. Color: Rojo
- g. Hombros: Verdes
- h. Firmeza: Muy buena
- i. Vida de anaquel: Muy larga
- j. Cuaje de fruta: Concentrado

(<http://www.scielo.unal.edu.co/scielo. .html>).

## **2.11. Parámetros hídricos del suelo**

### **2.11.1. Capacidad de Campo (CC)**

También conocido como límite máximo, es el contenido de agua presente en un suelo luego de drenar libremente durante los 2 o 3 días posteriores a una lluvia o riego intenso. Se estima que corresponde al agua retenida a un potencial métrico que puede variar entre 0.1 bar para suelos arenosos hasta 0.5 bares para suelos arcillosos. Se puede tomar como valor medio 0.3 bar (Duran, A. 2006).

La estimación de la CC en condiciones naturales puede lograrse provocando la saturación del suelo y cubriéndolo con plástico para evitar la evaporación. Se

espera entre 24 y 72 horas (más tiempo en los suelos arcillosos) y se toma una muestra para determinar su contenido de humedad (Robles, J. 2009).

Otra forma de estimación es en laboratorio a través de la determinación de la humedad equivalente, considerando la muestra de suelo disturbada. En esta determinación hay influencias significativas de la granulometría, los suelos de textura arenosa pierden más agua que los de textura fina. Dada la estrecha relación entre el contenido de fracciones texturales finas y el contenido de humedad equivalente este valor también puede estimarse a través de ecuaciones predictivas, ajustadas a las condiciones edáficas regionales.

Capacidad de campo (CC): Cantidad de agua máxima que el suelo puede retener, medida a las 48 horas después de una lluvia o riego (el contenido de agua continúa descendiendo a medida que pasa el tiempo), o que es lo mismo la cantidad de agua retenida a una tensión de 1/10 a 1/3 de Bars. Depende del tipo de suelo, especialmente de su textura (Duran, A. 2006).

### **2.11.2. Punto de Marchitez Permanente (PMP)**

También conocido como límite mínimo, es el contenido de agua de un suelo retenida tan firmemente que las plantas no pueden extraerla causándoles una marchitez irreversible. En este estado se admite, en general, que el agua está retenida con potenciales menores a -15 bares.

Para la estimación de la cantidad de agua que un suelo posee en el PPM se emplean metodologías más complejas (biológicas u ollas de placas o membranas de Richards). En general se puede asumir que el valor de PMP de un suelo es aproximadamente el 50 % de la CC del mismo.

No todas las especies vegetales tiene la misma capacidad para extraer agua del suelo, incluso esta capacidad puede variar según el estado fenológico de la planta; por lo tanto el valor del PMP no será un punto constante, para todos los casos.

Además el PMP depende también de características propias del suelo como la granulometría del suelo, su compactación, el contenido de materia orgánica, la profundidad del perfil, entre otros factores (Márquez, J. 1998).

## **2.12. Periodo crítico del ciclo fenológico del cultivo de tomate riñón**

La mayoría de los cultivos son susceptibles a la escases de agua en alguna etapa de su ciclo fenológico o es lo mismo decir tienen mayor demanda de agua, este punto conocido como periodo crítico coincide generalmente con la formación de órganos reproductores, la polinización y la fertilización. En otras palabras es un corto periodo en el que se debe mantener un alto nivel de humedad para obtener buenos rendimientos.

En el cultivo de tomate su período crítico es a la floración y crecimiento de los frutos pues entonces a medida que se conozca dicho periodo, será posible establecer programaciones de riego en función del desarrollo fenológico del cultivo para el caso del tomate híbrido Michaela el ciclo fenológico comprende de 120 días por etapa (Asociación de agrónomos Indígenas del Cañar. 2003).

Envase a estos conceptos la demanda de agua en promedio para el cultivo de tomate riñón bajo invernadero es como se establece a continuación:

<b>Semanas</b>	<b>Volumen/ cm<sup>3</sup></b>
1	100-150
2 y 4	250-300
5 y 6	400- 500
7 y 9	600-800
10 en adelante	1000-1200

(Márquez, J. 1998)

### **2.13. Evapotranspiración**

La evaporación (E) es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua líquida o sólida directamente desde el suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas.

En este último proceso, denominado transpiración (T), el agua absorbida por medio de las raíces, se transfiere a la atmósfera fundamentalmente a través de las estomas situadas en las hojas. Fue la dificultad de discriminar E y T en condiciones naturales, lo que obligó a introducir el concepto de evapotranspiración (ET). Por tanto la evapotranspiración constituye la transferencia total de agua desde una superficie vegetada a la atmósfera

Por tanto la ET es un componente fundamental del balance del agua y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera. Su cuantificación se hace precisa en contextos diferentes tales como la producción vegetal, la planificación y gestión de recursos hídricos o estudios ambientales y ecológicos, y afecta por tanto a una gran variedad de especialidades científicas como climatólogos, modernizadores del clima, ecólogos vegetales y fisiólogos, modernizadores de ecosistemas, especialistas en hidrología y reservas hídricas y planificadores regionales (Kramer, P. 2004).

Se ha mostrado que la evapotranspiración en invernadero se reduce un 70% respecto a la del aire libre, y la eficiencia en el uso del agua aumenta un 50 % (STANGHELLINI 1992, citado por Duran, A. 2006).

Existen varios métodos para el cálculo de la evapotranspiración, desde métodos de cálculo directo como la utilización de lisímetros o los balances de agua en el suelo a métodos indirectos, principalmente ecuaciones empíricas basadas en variables

climáticas. De estas últimas las más sencillas son las basadas en la medida de la temperatura

### 2.13.1. Método para calcular la Evapotranspiración

El método más común para determinar el promedio de la tasa en la evapotranspiración es el muestreo de la humedad existente en el suelo. Este método ha sido usado durante muchos años y consiste en tomar muestras de suelos a dos diferentes tiempos en una misma localidad. De esas muestras de suelo se obtiene su contenido de humedad secando esas muestras en un horno a una temperatura aproximadamente constante a 105 ° C (método gravimétrico) determinando la pérdida de humedad. Más recientemente, los dispersores de neutrones han sido usados extensivamente para determinar también la humedad en el suelo. La tasa de evapotranspiración es calculada usando la siguiente ecuación (Galarza, L. 2010).

$$ET = \frac{Wet}{\Delta T} = \sum_{i=1}^n \frac{(\theta_1 - \theta_2) i \Delta S_1 + Wr - Wd}{\Delta T}$$

Donde  $\Delta S_i$ , es el espesor o profundidad a donde es tomada la muestra del suelo en la zona radicular y es comúnmente expresada en cm (generalmente se toman las muestras de los suelos cada 30 cm, así,  $\Delta S_i = 30$  cm);  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  representan el contenido volumétrico de agua en las muestras obtenidas a cada profundidad (i) a los tiempos 1 y 2 respectivamente y se expresan en  $\text{mm}^3/\text{mm}^3$ , el término **n** significa el número de muestras tomadas, **Wd** es el agua drenada expresada en unidades de longitud (cm), **W**, es la precipitación de lluvia efectiva, **Wr**, es el agua usada en la evapotranspiración, y **At** el intervalo de tiempo.

Estos contenidos volumétricos de agua en las muestras de los suelos se obtienen de multiplicar el porcentaje de humedad, **Pw**, encontrado en la determinación gravimétrica del contenido de humedad por la gravedad específica aparente, **Yb** y

dividiendo este producto entre 100 para obtener la fracción del volumen total de la muestra que es agua (Galarza, L. 2010).

$$\theta = \frac{P_w \gamma b}{100}$$

(Galarza, L. 2010)

El primer conjunto de muestras es usualmente tomado de 2 a 4 días después de un riego, y el segundo conjunto de muestras 5 a 10 días después, o justamente antes que el siguiente riego.

La tasa de evapotranspiración determinada por este procedimiento de muestreo puede ser bastante confiable, teniendo en cuenta algunas precauciones:

Tener al menos 6 sitios de muestreo representativos de las condiciones generales del campo.

Que la profundidad del nivel freático sea mucho mayor que la profundidad de la zona radicular.

Que solamente aquellos periodos de muestreo donde la lluvia haya sido ligera sean usados, todos los demás se consideran dudosos debido a que  $W$  puede ser excesivo.

El drenaje sea minimizado mediante:

- a) Aplicar un pre-riego al menos 10 días antes de sembrar.
- b) Aplicar menos agua en cada riego de la cantidad que pudiera ser retenida.
- c) Tomar al menos 2 días después de un riego ligero la primera muestra.
- d) Usar sólo la región radicular para determinar ET (Galarza, L. 2010).

#### 2.14. Uso consuntivo

Es para cualquier propósito práctico, idéntico a la evapotranspiración. Este concepto difiere de la evapotranspiración por la inclusión del agua retenida en el tejido de la planta. Sin embargo, la cantidad máxima de agua retenida en la planta generalmente representa menos del 1 % del total del agua evaporada durante la estación del cultivo (Galarza, L. 2010).

#### 2.15. Coeficiente del cultivo Kc

Se conoce como Kc un valor dependiente de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta y del clima determinado. Depende de la capacidad de la planta para extraer agua del suelo, según su estado de desarrollo vegetativo.

El coeficiente es el resultado de la relación entre la evapotranspiración del cultivo de tomate durante una etapa definida, con la evapotranspiración de referencia. Su fórmula es

$$Kc = ET_{\text{cultivo}} / ET^0$$

**ET**= evaporación del cultivo; **ET**= evapotranspiración de referencia

([http://biomet.ucdavis.edu/irrigation\\_scheduling/bis/BIS.htm](http://biomet.ucdavis.edu/irrigation_scheduling/bis/BIS.htm))

Coeficientes globales para cultivos de importancia agrícola en el Ecuador bajo cubierta

Cultivo	Kc Global
Melón	0,60
Tomate	0,70

(Márquez, J. 1998)



## **2.16. Lámina de agua**

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

En lo que respecta a la profundidad de las raíces, su conocimiento es de particular importancia, pues va influir directamente en los cálculos de riego esto sabiendo que la profundidad de las raíces de tomate es de 40 a 70 cm esta profundidad y características de extracción va a depender factores tales como: textura del suelo, nivel freático, nivel de humedad en el suelo, etc. Pero en términos generales bajo condiciones de suelo uniformes y ambientes controlados como en el caso de un invernadero, a 30 y 40 cm de profundidad es donde se presenta la mayor absorción del agua (Márquez, J. 1998).

### **2.16.1. Calculo de lámina máxima que retiene el suelo**

La lámina máxima que retiene el suelo es la cantidad de agua que se le va aplicar para satisfacer, totalmente, su capacidad de almacenamiento hasta la profundidad de las raíces del cultivo que se trate:

$LMA = \{CC - PMP/100\} + P.ap * Pr$  en donde:

LMA= lamina máxima en cm; CC= capacidad de campo en %; PMP= punto de marchitez permanente en porcentaje; P.ap= peso específico aparente en  $gr/cm^3$ ; Pr= profundidad radicular efectiva en cm (Sanders, D. 1992, citado por Márquez, J. 1998).

### **2.16.2. Calculo de lámina neta o dosis neta de riego**

El procedimiento para el cálculo de la lámina neta es la siguiente

$$LN=LMA-\% A/100$$

LN= Lamina neta en cm; LMA= lamina máxima, en cm; %A= agotamiento o aprovechamiento en %

(% A); Este término porcentaje de agotamiento de la humedad se refiere a la humedad que se agota en el suelo, o más correctamente, al aprovechamiento del agua por parte del cultivo, hasta que se aplique el próximo riego, también se aplica el concepto de punto crítico

Observe que esta forma de expresión no depende del área. La unidad de medida empleada más frecuentemente es el milímetro, lo que la transforma en una medida de gran utilidad ya que permite relacionar los milímetros de agua almacenada en el suelo con los milímetros de agua de lluvia, los aplicados con un riego, los milímetros de agua consumidos por el cultivo (evapotranspiración), etc. (Sanders, D. 1992, citado por Márquez, J. 1998).

### **2.17. Frecuencia o intervalo de riego**

La frecuencia de riego depende del estado de desarrollo del cultivo, de las condiciones climáticas del invernadero y del tipo de suelo. Las plantas bien desarrolladas, con abundante cantidad de hojas, requieren un riego más frecuente, pues pierden son rapidez a través de la evo transpiración de sus hojas. Es decir, al inicio del cultivo, se deben dar frecuencias bajas de riego y al final, incrementar los volúmenes.

El tomate es un cultivo sensible a agobio hídrico y demanda gran cantidad de calcio para su desarrollo, este entra en la planta con abundante cantidad de agua por debajo de cierto nivel, en especial cuando los tomates miden una pulgada (Asociación de agrónomos indígenas del cañar. 2003).

La frecuencia se refiere al intervalo en días entre los riegos que requieren los cultivos. La regularidad y adecuada programación en el tiempo de los riegos son

tan importantes como el volumen de agua aplicado en el campo. Se calcula con la fórmula:

**Fr =  $\frac{Ln}{NR}$  donde:**

Fr = frecuencia de riego en días

Ln= Lamina neta

**Ln= AP. AD Donde:**

AD= Agua disponible

AP= Agua permisible

NR = Necesidades de riego en mm/día

**NR = ETc – Pef. Donde:**

ETc = Evapotranspiración mensual máxima en mm

Pef. = Precipitación efectiva (mm)

La ETc varía considerablemente durante el período vegetativo, aunque no cambien las condiciones climáticas; también variará la profundidad del suelo de la que extraiga el cultivo, especialmente durante la fase inicial de crecimiento. Para el cálculo de las necesidades de riego debe considerarse el valor máximo de la evapotranspiración. (Chavez, J. 2010)

- **Uso consuntivo mensual del agua.-** El uso consuntivo, es la cantidad de agua que usan las plantas para crecer, desarrollarse y producir económicamente. El uso consuntivo está constituido por el agua que transpiran las plantas a través de las hojas, el agua que se evapora directamente del suelo y el agua que constituye los tejidos de las plantas; para la determinación de este valor se utiliza la siguiente fórmula:

**UC = K x F**

**Donde:**

**UC:** Uso consuntivo

**K:** Factor de cultivo (depende del tipo de cultivo y su etapa de crecimiento)

**F:** Factor de uso consuntivo igual a la sumatoria de f

Donde:  $f = t \times p$

**t:** T° Farenheit

**p:** Porcentaje de horas luz del mes considerado, con respecto al total anual.

**t:** Temperatura media mensual en °C.

La utilización de los usos consuntivos son para:

- El uso consuntivo ayuda a determinar la necesidad de riego en cierto período del cultivo donde las lluvias son insuficientes
- Sirve para elaborar calendarios teóricos de riego de cultivos
- Posibilita seleccionar los cultivos más adecuados para zonas de agricultura temporal. (Universidad nacional de Tucuman. Sf)
- **Riego por goteo.-**

El sistema de riego por goteo consiste en la distribución de gotas de agua que humedecen sólo el área cercana a la planta o árbol, es decir, en el área de mayor concentración de las raíces.

El sistema consta de-filtros, reguladores de presión, tubos conductores, tubos laterales, reguladores para bajar la presión, y goteros.

La limpieza del agua por medio de filtros es una parte importante del funcionamiento del sistema. Para gotear bien, cada gotero está provisto de un regulador para bajar la presión del suministro del agua. (Galarza, L. 2010)

- **Eficiencia de riego.-**

Como el riego por goteo no es afectado por el viento, y debido a que el agua cae en la zona de mayor concentración de raíces, la eficiencia de este sistema es mayor que la del riego por aspersión.

Se estima que la eficiencia del riego por aspersión es de 70% en promedio. Los vientos fuertes y temperaturas altas bajan la eficiencia. La eficiencia del riego por goteo es de 90 a 95%. (Galarza, L. 2010)

### **2.17.1. Calculo del número de riegos**

El número de riegos que se debe aplicar cada mes se calcula aplicando la siguiente formula

$$N = \frac{ucm}{LN}$$

Ucm= uso consuntivo mensual

LN= lamina neta (Robles, J. 2009)

## **2.18. Invernaderos.**

### **2.18.1. Construcción de un invernadero.**

Invernadero es una construcción cuya estructura permite controlar la temperatura y humedad, para favorecer el desarrollo de las plantas (AGRIPAC, 1999).

### **Localización.**

Si existe la posibilidad de escoger el terreno se debe considerar lo siguiente:

- Gran iluminación.-Evitar zonas de neblinas constantes
- Evitar zonas cercanas a canteras o caminos de tierra suelta ya que se acumula el polvo en la cubierta (Redroban, A. 2010).

### **Orientación.**

- Es muy importante la cantidad de luz dentro del invernadero para el cultivo; mayor iluminación obtendremos orientándolo ESTE-OESTE en la zona sierra centro.
- Sin embargo serán determinantes las condiciones topográficas que predominan en nuestra zona y la dirección del viento (Redroban, A. 2010).

### **Tipos de Materiales.**

- MADERA: Menor costo pero menor vida útil
- METÁLICO Y MADERA: Mixto la más recomendable
- METÁLICO: Mayor costo mayor vida útil (Redroban, A. 2010).

### **Tipos de Invernaderos.**

A pesar de que existen una variedad de tipos, los mismos que tienen sus ventajas y desventajas el más difundido es el de tipo cercha de madera por ser económico y aplicado a nuestro medio.

Además el tipo capilla y tipo túnel, aunque más costosos pero también son ideales en nuestro medio (Llerena, S. Llerena, B. 2010).

### **Ventajas.**

- Cultivo fuera de época
- Cultivo fuera de la faja latitudinal
- Aprovechamiento del espacio
- Precocidad de las cosechas
- Aumento del rendimiento
- Permite racionalizar el uso del agua
- Optimiza el empleo de la mano de obra

### **Desventajas.**

- Requiere mayor inversión inicial
- Enfermedades y plagas se reproducen en menor tiempo (Llerena, S. Llerena, B. 2010).

### **2.18.2. Factores que intervienen en el establecimiento del invernadero**

**Topografía:** El terreno previsto debe ser más o menos plano. Sin embargo se puede recurrir a operaciones de nivelación si fuere el caso

**Condiciones climáticas:** El i invernadero debe tener buena circulación de aire

**Condiciones del suelo:** En lo posible el suelo debe tener condiciones agrícolas de buen balance físico-químico y biológico. No obstante el suelo del invernadero puede ser modificado al punto que requieren los cultivos o encontrar alternativas como cultivos en substrato inerte o hidroponía (Redroban, A. 2010).

**Condiciones de explotación:** El invernadero se construirá en un sitio con acceso al riego, red eléctrica, vialidad, mano de obra

**Orientación:** El sentido del invernadero debe ser preferentemente de norte a sur sin embargo la dirección del viento se debe tomar en cuenta para ofrecer una menor superficie de impacto y una mayor facilidad para la circulación de aire dentro y fuera del invernadero (MAGAP. 2010).

**Plásticos.-** se debe hacer las siguientes consideraciones en base al tipo de cultivo:

- Antivirus
- Térmicos
- Difuso
- Transparente,
- Calibres. 6,8,10 (MAGAP.2010)

#### **Limitaciones**

- Inversión alta
- Diferencia en el paquete tecnológico
- Agudiza problemas de salinidad de los suelos
- Mayor incidencia de algunos patógenos en el suelo (MAGAP. 2010).

#### **Recomendaciones de las características de plástico para la zona sierra**

- El plástico para cubierta calibre 6 o 8
- Para canales calibre 8 o 10
- Altura mínima de la cubierta 3m.
- Superficie total del invernadero no debe sobrepasar 3.000m<sup>2</sup>
- La distancia entre postes no mayor a 4m.



- La estructura del tutoraje independiente de la estructura principal (Redroban,A. 2010).

## **2.19. Parámetros a considerar en el control climático**

El desarrollo de los cultivos, en sus diferentes fases de crecimiento, está condicionado por factores ambientales como son: temperatura, humedad y luz

Para que las plantas puedan realizar sus funciones es necesaria la conjunción de estos factores dentro de unos límites mínimos y máximos, fuera de los cuales las plantas cesan su metabolismo, pudiendo llegar a la muerte (MAGAP. 2010).

### **2.19.1. Temperatura**

La temperatura es un parámetro importante en el crecimiento de las plantas, desarrollo de los frutos, forma y color. El rango de temperatura ideal para el cultivo del tomate se encuentra entre los 21°C y 26 °C sin olvidar que durante la noche debe mantenerse una temperatura fresca con lo cual se puede obtener un buen cuajamiento de los frutos durante la floración (Llerena, S. Llerena, B. 2010).

Para obtener una buena coloración de los frutos se debe mantener la temperatura entre 18°C y 24°C, si la temperatura pasa el límite de los 29°C, los frutos tienden a hacerse amarillentos (Gutiérrez, C. 2004).

### **2.19.2. Humedad**

El cultivo de tomate por su rápido crecimiento y alto contenido de agua de sus frutos requiere de un buen suplemento de humedad por lo cual este fruto acepta entre 800 a 1000 mm de agua repartidos durante su período vegetativo (Ecuaquímica. 2005).

Así como el tomate requiere de abono orgánico también requiere ser suministrado de agua especialmente en la etapa de floración, siempre se debe tener cuidado con

la humedad puesto a que si esta tiende a elevarse pueden ocurrir irregularidades en el follaje, además de otros factores como una mala fecundación de las flores y con ello los frutos podrían no desarrollarse adecuadamente (<http://www.buscagro.com>).

### **2.19.3. Climatización de invernaderos**

En ocasiones especialmente durante el verano la temperatura dentro del invernadero tiende a incrementarse y ocasionar serios problemas a los cultivos de tomate, para ello se deben utilizar mecanismos para extraer el aire caliente que está en el interior del invernadero y mantener una temperatura adecuada para las plantas de tomate (Gutiérrez, C. 2004).

Un factor importante para poder extraer el aire caliente es la ventilación.

### **2.19.4. Ventilación**

La ventilación consiste en la renovación del aire dentro del invernadero. La ventilación puede hacerse de una forma natural o forzada.

#### **Ventilación natural o pasiva.**

Se basa en un sistema de ventanas, que permiten la aparición de una serie de corrientes de aire que contribuyen a disminuir las temperaturas elevadas y a reducir el nivel higrométrico.

Las ventanas pueden ser laterales si están colocadas sobre las paredes laterales del invernadero. La apertura y cierre de las ventanas suele hacerse mecánicamente a través de un sistema de cremalleras o puede hacerse manualmente (Tigrero, J.; Ortega, C. 2002).

### **Ventilación mecánica o forzada.**

Los sistemas de ventilación forzada consisten en establecer una corriente de aire mediante ventiladores extractores, en la que se extrae aire caliente del invernadero, y el volumen extraído es ocupado inmediatamente por aire de la atmósfera exterior. Con este sistema solamente se puede conseguir una temperatura idéntica a la del exterior. Lo normal es que los extractores de aire manejen grandes caudales de aire a bajas velocidades, para que las plantas no se deshidraten. Estos tipos de ventiladores se utilizan en cualquier época del año; en épocas frías para evitar humedades excesivas dentro del invernadero y en épocas calurosas para evitar temperaturas excesivas (RichardsonW. y Brauer, O. 2003).

### **2.20. Factores que afectan a los requisitos de riego de tomate bajo invernadero**

Los requisitos de agua de tomate se ven afectados por el suelo, las plantas, los factores climáticos y de gestión. Entre los factores importantes del suelo son la tasa de entrada de agua y la capacidad de agua disponible de los suelos con texturas diferentes

La capacidad de retención de agua disponible se refiere a la cantidad de agua retenida por el suelo en la zona de las raíces entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. La capacidad de campo es el límite superior de agua disponible para las plantas. El punto de marchitez permanente es el límite inferior de agua del suelo por debajo del cual las plantas no pueden extraer agua con eficacia. La capacidad de retención de agua de un suelo depende en gran medida de su textura. Suelos de textura gruesa tienen menos agua que los suelos de textura fina. Esto significa que una irrigación más frecuente que se requeriría para textura gruesa de suelos de textura fina. La capacidad de retención de agua disponible es un parámetro importante para la estimación de la frecuencia con un campo en particular requiere de riego (<http://www.bce.fin.ec,SICA,2005htm>).

Los factores importantes incluyen la profundidad de las raíces de plantas, la etapa de crecimiento como afectados por el déficit de humedad del suelo y el agotamiento del umbral de rentabilidad o el agotamiento permisible del agua del suelo. . El uso del agua de riego varía según la etapa de desarrollo del cultivo. Los períodos pico de agua se producen durante el uso de frutos y el desarrollo del fruto. Suministro de agua irregular e inadecuada durante estos períodos pueden resultar en producción de frutos pobres y pudrición de la flor. Optimizar tanto el rendimiento y la calidad se logra haciendo coincidir la aplicación de agua a la tasa de uso máximo de agua del cultivo (Tigrero, J. y Ortega, C. 2002).

El agotamiento del umbral de rentabilidad o el agotamiento permisible del agua del suelo es el porcentaje de agua disponible que se puede agotar en el suelo antes de que haya un efecto adverso en el rendimiento y la calidad de la cosecha. El agua del suelo permitidos valor agotamiento de los tomates es de aproximadamente 50% (<http://www.abccagro.com.htm>).

Importantes factores climáticos incluyen radiación solar, temperatura del aire, y la humedad relativa. La pérdida de agua por la vegetación y el suelo durante la temporada de crecimiento debe ser repuesta por el riego (<http://www.chapingo.mx/terra/contenido/18/1/htm>).

### **2.21. Sistema de riego**

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de « riego gota a gota», es un método de irrigación utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros).

Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930 (<http://www.sistemas-de-riego-presentation.htm>).

### **Características**

- Utilización de pequeños caudales a baja presión.
- Localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión (emisores o goteros).
- Al reducir el volumen de suelo mojado, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a caudales pequeños ([http://www.Riego\\_por\\_goteo.htm](http://www.Riego_por_goteo.htm)).

### **Componentes**

Sistema de riego por goteo.

La mayor parte de los grandes sistemas de irrigación por goteo utilizan un cierto tipo de filtro de agua para impedir la obstrucción de los pequeños tubos surtidores. Ciertos sistemas utilizados en zonas residenciales se instalan sin filtros adicionales ya que el agua potable ya está filtrada. Prácticamente todos los fabricantes de equipos de riego por goteo recomiendan que se utilicen los filtros y generalmente no dan garantías a menos que esto sea hecho.

El riego por goteo se emplea casi exclusivamente utilizando agua potable pues las reglamentaciones desaconsejan generalmente pulverizar agua no potable. En riego por goteo, la utilización de abonos tradicionales en superficie es casi ineficaz, así los sistemas de goteo mezclan a menudo el abono líquido o pesticidas en el agua de riego. Otros productos químicos tales como el cloro o el ácido sulfúrico son igualmente utilizados para limpiar periódicamente el sistema ([http://www.Riego\\_por\\_goteo.htm](http://www.Riego_por_goteo.htm)).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales.**

##### **3.1.1. Ubicación del experimento.**

Esta investigación se realizó en:

Provincia:	Bolívar.
Cantón:	San Miguel.
Parroquia:	Matriz.
Sitio:	Yagui Grande.

##### **3.1.2. Situación geográfica y climática de la zona.**

Altitud:	2.800 m.s.n.m
Latitud:	01° 32' S
Longitud:	78° 59' W
Temperatura Máxima:	21°C
Temperatura Mínima:	7°C
Temperatura Media Anual:	14.5°C
Precipitación Media Anual:	824 mm
Eliofania:	900/H/L/año
Humedad Relativa Media Anual:	85%

Fuente: Estación Meteorológica del Instituto Agropecuario Tres de Marzo, 2009

### **3.1.3. Zona de vida.**

La localidad de acuerdo a las zonas de vida de HOLDRIGE, L. 1978 se encuentra en el Bosque Seco Montano Bajo (bs- MB).

## **3.2. Materiales.**

### **3.2.1. Material experimental:**

- Invernadero de construcción mixta.
- Plantas de tomate riñón híbrido Michaella
- Fuente de agua procedente de reservorio para el sistema de riego.

### **Material de campo**

- Invernadero características: Temperatura media: 19<sup>0</sup>C; Temperatura mínima: 12 <sup>0</sup>C; Temperatura máxima: 26 <sup>0</sup>C; Humedad relativa: 80% requerido por el cultivo.
- Tachos plásticos
- Herramientas de labranza.
- Estacas.
- Bomba de fumigar.
- Traje para fumigar.
- Plástico.
- Flexómetro.
- Fundas plásticas.
- Balanza.
- Etiquetas.

## **Material de oficina**

- Computador con sus accesorios.
- Cámara Fotográfica.
- Libro de campo.
- Esferos.
- Calculadora.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Factores en estudio**

**Factor A:** Láminas de agua.

- A1: 450mm.
- A2: 550mm.
- A3: 650 mm

(Redroban,A. 2010)

**Factor B:** Frecuencias de riego.

- B1: 4Días.
- B2: 8 Días
- B3: 12 Días

(Redroban, A. 2010)



### 3.3.2. Tratamientos

Combinación de Factores AxB según el siguiente detalle.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DETALLE</b>
T1: A1B1	450 mm + 4Días
T2: A1B2	450 mm + 8 Días
T3: A1B3	450 mm + 12 Días
T4: A2B1	550 mm + 4 Días
T5: A2B2	550 mm + 8 Días
T6: A2B3	550 mm + 12Días
T7: A3B1	650 mm + 4 Días
T8: A3B2	650 mm + 8 Días
T9: A3B3	650 mm + 12 Días

### 3.4. Procedimiento

#### 3.4.1. Área experimental

Tipo de diseño: Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 3x3x3 repeticiones

Número de localidades:	1
Número de tratamientos:	9
Número de repeticiones:	3
Número de unidades investigativas:	27
Área total del ensayo:	14,9 m x 18,9 m= 280,66 m <sup>2</sup>
Área neta del ensayo:	15,3 m x 13,9 m= 212,06 m <sup>2</sup>
Área de unidad investigativa:	2,10 m x 4,95 m=10,40 m <sup>2</sup>
Área de unidad investigativa neta:	1,70m x 4,62 m=7,85 m <sup>2</sup>
Número de plantas total:	1728
Número de plantas por unidad investigativa:	64

### 3.4.2. Tipo de Análisis

- Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.

FUENTES DE VARIACIÓN	Grados de Libertad	CME*
Total	26	
Bloques (r-1)	2	$\sum e + 9 \sum^2$ bloques
Factor A (a-1)	2	$\sum^2 e + 9\theta^2 A$
Factor B (b-1)	2	$\sum^2 e + 9\theta^2 B$
AxB(a-1) (b-1)	4	$\sum^2 e + 3\theta^2 AxB$
Error experimental (ab-1) (r-1)	16	$\sum^2 e$

\*Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el Investigador.

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos y factores principales.
- Análisis de correlación y regresión simple.
- Análisis económico de relación beneficio costo (RB/C) del mejor tratamiento.

#### 3.4.2.1. Modelo Matemático:

El Modelo Matemático que se utilizó es el DBCA según el siguiente detalle:

$X_{ijk} = \mu + \text{Bloques (k)} + A_i + B_j + A_i B_j + E. \text{Exp } ijk$ ; donde:

$X_{ijk}$  = Una observación cualquiera.

$\mu$  = Media poblacional.

Bloques (k) = Efecto de bloques.

$A_i$  = Efecto de láminas de riego

Bj = Efectos de frecuencia de riego

Ai Bj = efecto interacción láminas de riego por frecuencia de riego.

Exp ijk = Efecto de error experimental.

### **3.4.3. Métodos de evaluación e indicadores evaluados.**

#### **3.4.3.1. Porcentaje de prendimiento (PP).**

Se realizó un conteo en toda la parcela neta; a los 30 días después del transplante y se comparó con el total de las plantas sembradas.

#### **3.4.3.2. Contenido de humedad antes y después del riego**

Para determinar esta variable se utilizó un barreno con lo cual se procedió a tomar cuatro sub muestras de la parcela total para homogenizarlas y recolectar más o menos 454 gramos esto se lo realizo antes y después de aplicar el riego.

#### **3.4.3.3. Altura de la planta (AP).**

Se evaluó en centímetros midiendo las plantas desde la base hasta la yema terminal en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta en la floración.

#### **3.4.3.4. Número de hojas (NH).**

Se determinó mediante conteo, el número de hojas verdaderas existentes tomadas en 20 plantas al azar de la parcela neta y se promedió para sacar el número de hojas por planta .a los 60 y 120 días después del trasplante

#### **3.4.3.5. Longitud de la hoja (LH).**

Esta variable se evaluó con un flexómetro, midiendo la distancia existente desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma, en una hoja inferior, intermedia y

superior; para ello se tomaron 20 plantas al azar de la parcela neta a los 60 y 120 días después del trasplante y se expresó en cm.

#### **3.4.3.6. Ancho de la hoja (AH).**

El ancho del limbo de la hoja se determinó con la ayuda de una regla midiendo la distancia existente entre los bordes de 20 plantas seleccionadas al azar de la parcela neta, tomando de cada planta una hoja bajera, una media y una superior para promediar, a los 60 y 120 días después del trasplante.

#### **3.4.3.7. Altura de inserción de la primera inflorescencia (AH).**

Para medir esta variable se utilizó un flexómetro; la lectura se tomó desde el cuello del tallo hasta el nudo de la primera rama en floración, en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta y se expresó en cm.

#### **3.4.3.8. Diámetro del tallo (DT).**

Se utilizó un calibrador de Vernier, el cual se utilizó en la parte media de la longitud de la planta de 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 60 y 120 días después del trasplante, y se expresó en cm.

#### **3.4.3.9. Número de entrenudos (N.E).**

Mediante conteo directo desde la base del tallo hasta la yema terminal se determinó el número de entrenudos existentes en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta con una frecuencia de 60 y 120 días después del trasplante.

#### **3.4.3.10. Días a la primera floración (DPF).**

Esta variable fue registrada contando los días transcurridos desde el trasplante hasta cuando más del 50% de la parcela presentó floración, en una forma visual directa.

#### **3.4.3.11. Volumen radicular (V.R).**

Variable que fue registrada en  $\text{cm}^3$  utilizando una probeta graduada, a la misma que se le aforó con un volumen determinado de agua, en esta se colocó las raíces registrando como dato la diferencia de volumen; entre el volumen inicial y el volumen final en dos plantas seleccionadas al azar de la parcela neta a los 120 días,

#### **3.4.3.12. Número de frutos por racimo**

Esta variable fue registrada mediante el conteo directo del número de frutos fecundados por racimo floral en 20 racimos tomadas al azar de la unidad experimental en el momento de la cosecha.

#### **3.4.3.13. Número de frutos por planta**

Mediante conteo directo se determinó el número de frutos fecundados en cada racimo floral de 20 plantas tomadas al azar de la unidad experimental en el momento de la cosecha.

#### **3.4.3.14. Diámetro de los frutos polar y ecuatorial.**

Se midió el diámetro, ubicando un calibrador de Vernier en el centro del fruto, tomando en consideración el diámetro ecuatorial y polar, en 3 frutos de 20 plantas de la parcela neta al momento de la cosecha y se expresó en cm.

#### **3.4.3.15. Días a la cosecha.**

Esta variable se evaluó en forma directa contando los días transcurridos desde el transplante hasta cuando el fruto del primer piso floral estuvo en madurez comercial en más de un 50% de la parcela total.

#### **3.4.3.16. Rendimiento Kg/Parcela.**

Esta variable se determinó en una balanza de precisión y se expresó en Kg la producción total de la parcela neta, una vez llegada la primera cosecha es decir cuando el fruto estuvo en madurez comercial,

#### **3.4.3.17. Rendimiento Kg/ha.**

El rendimiento (Kg/Ha) se calculó mediante la siguiente relación matemática:

$$R = \text{PCPKg.} \times \frac{10.000\text{m}^2/\text{Ha}}{\text{ANC m}^2/1} ; \text{ donde}$$

R = Rendimiento en Kg./Ha

PCP = Peso de campo por parcela en Kg.

ANC = Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

### **3.5. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.5.1. Análisis de agua.**

Para este análisis se recolectó 500 cc de la fuente de donde se extrajo el agua para el riego; que es un tanque reservorio de hormigón ciclópeo, esta muestra fue recolectada por el mismo personal de la Empresa Pública de Agua Potable Guaranda donde se realizó el respectivo análisis para su posterior interpretación y se lo hizo 15 días antes del transplante del ensayo

#### **3.5.2. Análisis de suelo (Químico y Textura)**

Definido el lugar de la investigación se realizó el muestreo de suelo para lo cual se recolecto 10 submuestras en zigzag de cada unidad experimental, luego se homogenizo teniendo como resultado una sola muestra la misma que sirvió para conocer los contenidos nutricionales.

### **3.5.3. Preparación del suelo.**

La preparación del terreno se realizó de forma manual con la ayuda de azadones y rastrillos, se procedió a retirar malezas y mullir el suelo. Con esto se obtuvo un suelo suelto, para el mayor desarrollo radicular y aireación del cultivo.

Una vez concluida esta labor se realizó una desinfección del suelo mediante Trichoderma en una dosis de 2 gr/m<sup>2</sup> se lo aplicó en forma manual esparciendo el polvo sobre la superficie para luego dejarlo unos 2 días en reposo y luego realizar las camas.

### **3.5.4. Distribución de la Unidad investigativa.**

Se realizó la delimitación de cada una de las unidades experimentales tomando en cuenta las medidas establecidas en el diseño, con su respectiva identificación.

### **3.5.5. Formación de las camas.**

Con la ayuda de azadones se elaboraron 27 camas de 10,39 m<sup>2</sup>. Con una dimensión de 2,10 m. de largo x 4,95 m ancho y 0,25 m de alto. Quince días antes de la siembra

### **3.5.6. Desinfección de plántulas**

Se realizo en el momento de la siembra por inmersión de las raíces en una cubeta de agua mesclado con Trichoderma en una dosis de 2 gr/litro de agua se dejó 1 minuto en esta solución para el posterior trasplante.

### 3.5.7. Trasplante de plántulas.

La planta de tomate híbrido Michaela procedió de la pilonera certificada PILRED de la ciudad de Riobamba y se compró 3 días antes de la siembra con una altura de 12 cm es decir plantas de 4 a 5 semanas de edad.

Para su trasplante se emplearon una estaca de 1 cm de diámetro aproximadamente con la cual se realizó un hoyo cada 30 cm donde se colocaron las plantas a una profundidad de 6 cm.

### 3.5.8. Control de malezas.

Tomando en consideración que el cultivo fue bajo invernadero el control fue manual y la frecuencia del control de malezas fue una vez por mes, para evitar proliferación de las mismas que compitan con la planta por nutrientes, agua y luz y además evitar sean hospederos de plagas.

### 3.5.9. Riego

Para el riego, las láminas de agua se transformaron 450 mm, 550 mm y 650 mm a  $m^3/ha$  y esto a su vez se calculó para los  $m^2$  del ensayo, luego fue determinado las cantidades en base a la frecuencia de riego y el ciclo del mismo y el riego se aplicó en la mañana por goteo.

Se realizó mediante manguera de goteo calculando el volumen exacto o lamina exacta con la cantidad de agua necesaria para la lamina de cada unidad experimental.

TRATAMIENTOS	VOLUMEN/PLANTA	FRECUENCIA
T1: A1B1	1,39 Litros	Cada 4 días
T2: A1B2	2,79 Litros	Cada 8 días
T3: A1B3	4,18 Litros	Cada 12 días
T4: A2B1	1,7 Litros	Cada 4 días
T5: A2B2	3,4 Litros	Cada 8 días



T6: A2B3	5,11 Litros	Cada 12 días
T7: A3B1	2,01 Litros	Cada 4 días
T8: A3B2	4,02 Litros	Cada 8 días
T9: A3B3	6,04 Litros	Cada 12 días

### 3.5.10. Fertilización química

La fertilización se realizó en forma manual y de acuerdo a los resultados del análisis químico del suelo; la fertilización se efectuó en base a los siguientes elementos:

18-46-0 (N,P,K); 0-0-22-18-22 (N,P,K,Mg,S) e HIDRO COMPLEX (N,P, K) + micro elementos (Mg, S, B, Fe, Mn, Zn) todos en una proporción de 50 kg luego se procedió a homogenizar, para finalmente aplicar una dosis de 3 kg/parcela de la mezcla de los fertilizantes, esto se realizó antes del trasplante al fondo del surco y luego se tapó con tierra.

### 3.5.11. Labores culturales.

- **Tutorado.**-Con hilo de polipropileno, se efectuó el atado con una argolla de 3 a 4 cm de diámetro, el hilo se dispuso en forma espiralada a medida que creció la planta. El hilo se sujetó a un alambre superior. Este procedimiento se realizó al mes del trasplante.
- **Deshojado.**-Se eliminaron los brotes terminales de las ramas principales para que cese el crecimiento superior y este se distribuya a las ramas laterales, este procedimiento se realizó al mes después del trasplante.

### 3.5.12. Control fitosanitario.

Se aplicó durante todo el ciclo para control fitosanitario, en el monitoreo no se identificó plagas y enfermedades presentes sean representativas, por lo que los controles preventivos se realizaron de la siguiente manera.

Para la mosca blanca (*Bemisia tabaci* ) y minador *Scrobipalpula absoluta*) se realizó el control con productos biológicos como Bio Tac (Polibuteno 100%) en una dosis de 4 cc/1 litro de agua y para *Alternaria solani* y *Botrytis cinérea* se lo realizó con Biobact (Trichoderma viride/haz) + Coside (Hidroxido de cobre) en una dosis de 2- 4 gr/litro de agua

### **3.5.13. Cosecha**

La cosecha fue efectuada cuando el tomate presento su madurez fisiológica, dicha recolección se efectuó en forma manual en la parcela total, de los frutos que alcanzaron la madurez comercial estos se depositaron en jabs plásticas bien etiquetadas y numeradas, para luego ser pesados en una balanza de reloj.

### **3.5.14. Clasificación de frutos**

Se clasificaron una vez que los frutos fueron recolectados de la parcela total con el siguiente criterio: de primera clase (más de 180 gr.), de segunda clase (140 – 180 gr.) y tercera clase (menos de 140 gr.) de acuerdo con los estándares que pide el mercado.

### **3.5.15. Embalaje.**

Los tomates fueron embalados en caja de madera bien acondicionadas y con suficiente ventilación, con un peso de 20-23 Kg de productos. De acuerdo a exigencias del mercado.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO (PP).

**Cuadro No. 1.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en la variable: PP.

PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO	
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS
T4: A2B1	100,0
T7: A3B1	100,0
T6: A2B3	100,0
T9: A3B3	100,0
T2: A1B2	100,0
T8: A3B2	100,0
T1: A1B1	99,5
T3: A1B3	99,5
T5: A2B2	99,5
Media General : 99,8%	

En promedio general se registró una media de 100% en relación a la variable (PPP) del híbrido de tomate Michaela en la localidad de Yagui.

Muchos autores, afirman que el PPP, se considera bueno cuando está sobre el 90% de plántulas

Las plántulas para su prendimiento dependen de las condiciones de humedad, temperatura, radiación solar, calidad y sanidad de las plántulas.

#### 4.2. DÍAS A LA FLORACIÓN (DF) Y DÍAS A LA COSECHA (DC).

**Cuadro No. 2.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: DF y DC.

DÍAS A LA FLORACIÓN (**)			DÍAS A LA COSECHA (**)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T9:A3B3	58	A	T9	124	A
T5: A2B2	58	A	T5	123	AB
T2:A1B2	58	A	T8	122	ABC
T7: A3B1	56	B	T2	121	BC
T3:A1B3	56	B	T6	120	BC
T1: A1B1	56	B	T3	120	C
T8: A3B2	54	C	T7	120	C
T6: A2B3	54	C	T4	119	CD
T4: A2B1	54	C	T1	117	D
<b>Media General : 56 Días</b>			<b>Media General :121 Días</b>		
<b>CV: 1,07%</b>			<b>CV: 0,71%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

#### TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos en cuanto a las variables días a la primer floración DF y días a la cosecha DC fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 2).

En promedio general existió 56 días desde el trasplante hasta la primera floración y 121 días desde el trasplante hasta la primera cosecha con la aplicación de diferentes láminas de agua en frecuencias diferentes en el cultivo de tomate (Michaella) bajo invernadero en la localidad de Yagui.

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos (AxB) en la variable días a la floración. La mayor precocidad se registró en el T8 (A3 x B2), T6 (A2 x B3) y T4 (A2 x B1) con 54 días; mientras que los tratamientos más tardíos fueron el T9 (A3 x B3), T5 (A2 x B2) y T2 (A1 x B2) con 58 días (Cuadro N°. 2).

Con respecto a la variable DC la mayor precocidad se registró en el T1 (A1 x B1) con 117 días; y el más tardío el T9 (A3 x B3) con 124 días. En cuanto a la interacción AxB, estos fueron factores dependientes es decir que el efecto de las láminas de agua en cuanto al ciclo del cultivo dependió de las frecuencias aplicadas.

Las variables días a la primera floración y cosecha son características varietales y depende principalmente de su interacción genotipo ambiente, siendo determinantes la temperatura, humedad, luz solar, etc.

**Cuadro No. 3.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DF y DC.

DÍAS A LA FLORACIÓN (**)			DÍAS A LA COSECHA (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A1(450 mm)	57	A	A3(650 mm)	122	A
A3(650 mm)	56	AB	A2(550 mm)	121	A
A2(550 mm)	55	B	A1(450 mm)	119	B

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR A: LÁMINAS DE AGUA**

La respuesta de las láminas de agua sobre el cultivo de tomate en cuanto a las variables DF y DC fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 3).

Con la prueba de Tukey al 5% la mayor precocidad en cuanto a la variable días a la floración se obtuvo al aplicar al cultivo una lámina de agua equivalente a 550 mm (A2) con 55 días; y el más tardío fue al aplicar una lámina de 450 mm (A1) con un promedio de 57días

En cuanto a la variable días a la cosecha la mayor precocidad se obtuvo en el tratamiento A1 (450 mm) con 119 días y el más tardío se registró en el A3 (650 mm) con 122 días (Cuadro N°. 3).

Como se puede observar los resultados obtenidos la precocidad tanto en la floración como en la cosecha tiene una diferencia de apenas 3 días con respecto al más tardío; esto nos permite inferir que estas variables son una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente; además depende de factores como temperatura, humedad, nutrición de las plantas, cantidad y calidad de luz solar; altitud, entre otras.

**Cuadro No. 4.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DF y DC.

<b>DÍAS A LA FLORACIÓN (**)</b>			<b>DÍAS A LA COSECHA (**)</b>		
<b>Factor B</b> (Frecuencia de riego)	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>	<b>Factor B</b> (Frecuencia de riego)	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>
<b>B2 (8 Días)</b>	57	A	<b>B2 (8 Días)</b>	122	A
<b>B3 (12 Días)</b>	56	AB	<b>B3 (12 Días)</b>	121	A
<b>B1 (4 Días)</b>	55	B	<b>B1 (4 Días)</b>	119	B

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta de las frecuencias de riego sobre el cultivo de tomate bajo invernadero en cuanto a las variables DF y DC fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 4).

Con la prueba de Tukey al 5% la mayor precocidad en cuanto a la variable días a la floración se obtuvo al aplicar el agua al cultivo en una frecuencia de 4 días (B1) con 55 días y el más tardío al aplicar una frecuencia de 8 días (B2) con un promedio de 57 días

En cuanto a la variable días a la cosecha la mayor precocidad se presentó en el tratamiento B1 (frecuencia de 4 días) con 119 días DC y el más tardío en el B2 (frecuencia de 8 días) con 122 días (Cuadro N°. 4).

Como se puede observar los resultados obtenidos; la diferencia tanto en la floración como en la cosecha es de apenas 3 días con respecto al más tardío; esto nos permite inferir que estas variables son una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente; además influyeron los factores como temperatura, humedad, nutrición de las plantas, cantidad y calidad de luz solar; altitud, entre otras.

#### 4.3. ALTURA DE PLANTA (AP) Y ALTURA DE INSERCIÓN DE LA PRIMERA INFLORESCENCIA (AIF).

**Cuadro No. 5.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: AP y AIF.

ALTURA DE PLANTA (**)			ALTURA DE INSERCIÓN INFLORESCENCIA (**)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T7: A3B1	116,5	A	T7	33,3	A
T4: A2B1	115,7	A	T8	30,0	B
T8: A3B2	112,3	B	T4	24,3	C
T2: A1B2	111,9	B	T9	22,7	CD
T9: A3B3	111,9	B	T5	22,7	CD
T5: A2B2	110,7	BC	T6	20,7	D
T1: A1B1	109,2	BCD	T2	20,7	D
T6: A2B3	108,7	CD	T1	20,0	D
T3: A1B3	107,1	D	T3	19,6	D
<b>Media General : 111,6 cm</b>			<b>Media General : 23,8 cm</b>		
<b>CV: 0,95%</b>			<b>CV: 4,79%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

#### TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos en cuanto a las variables altura de planta AP y altura de inserción de la primera inflorescencia AIF fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 5).

El cultivo de tomate híbrido Michaela, en promedio general presentó 111,6 cm, de altura de planta y 23, cm para la altura de inserción de la primera inflorescencia.

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (AxB) en la variable altura de planta la mejor respuesta se registró en el T7 (A3B1) con 116,5 cm y la menor altura presentó el T3 (A1B3) con 107,1cm (Cuadro N°. 5).

En respuesta consistente con respecto a la altura de inserción de la primera inflorescencia se determinó que el tratamiento T7 presentó la mayor altura con un promedio de 33,3 cm y el promedio menor el T3 con 19,6 cm.

En cuanto a la interacción AxB fueron factores dependientes; esto quiere decir que el efecto de las láminas de agua aplicadas dependió de las frecuencias aplicadas sobre las variables altura de planta y altura de inserción de la primera inflorescencia.

En base a estos resultados podemos inferir que las condiciones de humedad en el suelo son determinantes para la altura de inserción de la primera inflorescencia, la cual es de mucha importancia ya que a menor altura de inserción mayores pisos de producción existirán por planta.

La altura de planta y la altura de la inserción de la primera inflorescencia son características varietales y depende principalmente de su interacción genotipo ambiente.



**Cuadro No. 6.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: AP y AIF

ALTURA DE PLANTA (**)			ALTURA DE INFLORESCENCIA (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A3 (650 mm)	113,5	A	A3 (650 mm)	28,7	A
A2 (550 mm)	111,7	B	A2 (550 mm)	22,6	B
A1 (450 mm)	109,4	C	A1 (450 mm)	20,1	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR A: LAMINAS DE AGUA**

La respuesta de las diferentes láminas de agua aplicadas al cultivo de tomate para las variables; altura de planta y altura de inserción de la primera inflorescencia fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 6).

Con la prueba de Tukey al 5% el promedio más elevado en cuanto a la variable altura de planta fue en el A3 (650 mm): con 113,5 cm y el menor en A1 (450 mm) con 109,4 cm. Para inserción de la primera inflorescencia el promedio más alto se registró en A3 (650 mm) con 28,7 cm y el menor en el A1 (450 mm) con 20,1 cm (Cuadro N°. 6).

Estos resultados nos permiten inferir que la aplicación de una lámina de agua correspondiente a 650 mm permitió que el suelo mantenga mayor humedad y por tanto mayor eficiencia del sistema radicular en la absorción de nutrientes para las plantas, incrementando la altura de planta e inserción de la primera inflorescencia.

La altura de la planta es una característica varietal y además depende de otros factores como; altitud, temperatura, humedad, nutrición de las plantas, cantidad y calidad de luz solar, densidad de siembra entre otros.

**Cuadro No. 7.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: AP y AIF.

ALTURA DE PLANTA (**)			ALTURA DE INFLORESCENCIA (**)		
Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango
B1 (4 Días)	113,8	A	B1 (4 Días)	25,9	A
B2 (8 Días)	111,6	B	B2 (8 Días)	24,5	AB
B3 (12 Días)	109,2	C	B3 (12 Días)	21,0	B

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

En esta investigación existió un efecto diferente (\*\*) de las frecuencias de riego aplicadas al cultivo de tomate; sobre las variables altura de planta y altura de inserción de la primera inflorescencia (Cuadro N°. 7).

Mediante la prueba de Tukey al 5% realizada para los promedios del factor B; se determinó que la mayor altura de planta se registró en B1 (4 días) con 113,8cm y el más bajo en B3 (12 días) con 109,2cm (Cuadro N°. 7).

En términos generales la mayor altura de inserción de la primera inflorescencia fue de 25,9 cm en B1 (4 días) y la menor altura en B3 (12 días) con 21,0 cm; es decir existió una relación directa en altura total de plantas y altura de inserción de la primera inflorescencia.

#### 4.4. NÚMERO DE HOJAS (NH) Y NÚMERO DE ENTRENUDOS (NE).

**Cuadro No. 8.** Resultados promedios de los tratamientos en las variables: NH y NE a los 60 días y 120 días.

NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			NÚMERO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 60 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 120 DÍAS (NS)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T4: A2B1	26	A	T1	40	A	T2	18	A	T2	27	A
T5: A2B2	26	A	T6	39	A	T6	17	A	T6	26	A
T6: A2B3	26	A	T5	38	A	T8	17	A	T8	26	A
T3:A1B3	25	A	T4	38	A	T9	17	A	T9	26	A
T7: A3B1	25	A	T7	38	A	T5	17	A	T5	26	A
T9:A3B3	25	A	T3	38	A	T3	17	A	T3	26	A
T2:A1B2	24	A	T9	37	A	T7	16	A	T7	25	A
T8: A3B2	24	A	T8	37	A	T4	16	A	T4	25	A
T1: A1B1	24	A	T2	37	A	T1	16	A	T1	25	A
<b>Media General : 25,1 (25) hojas</b>			<b>Media General : 37,9 (38) hojas</b>			<b>Media General : 17 nudos (NS)</b>			<b>Media General : 26 nudos</b>		
<b>CV: 4,94%</b>			<b>CV: 3,48%</b>			<b>CV: 7,66%</b>			<b>CV: 4,99%</b>		

NS = No significativo al 5 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5 %

## TRATAMIENTOS

Existió una respuesta de los tratamientos no significativa (NS), en cuanto a las variables número de hojas por planta a los 60 días y 120 días y número de nudos por planta los 60 días y 120 días (Cuadro N°. 8).

En promedio general hubo 25 hojas y 17 nudos por planta a los 60 días y 38 hojas y 26 nudos por planta a los 120 días.

En promedio, el mayor número de hojas por planta a los 60 días y 120 días se registró en el T4 con 26 hojas y en el T1 con 40 hojas en su respectivo orden; mientras que el menor número lo registró el T1 con 24 hojas a los 60 días; y el T2 con 37 hojas a los 120 días.

Matemáticamente el mayor número de nudos por planta en una forma similar lo presentó el T2 con 18 nudos a los 60 días y 27 nudos a los 120 días; en una respuesta consistente el T1 registró el menor número de nudos a los 60 y 120 días con 16 y 25 nudos en su orden.

La importancia del número de hojas se refleja en la mayor área foliar mayor capacidad de fotosíntesis es decir mayor producción de solutos solubles.

El número de hojas y nudos es una característica varietal y depende principalmente de su interacción genotipo ambiente; además los factores que más van a influenciar son nutrición; sanidad de plantas, la temperatura y la cantidad y calidad de la luz solar.

**Cuadro No. 9.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: NH y NE a los 60 y 120 días.

NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (*)			NÚMERO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 60 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 120 DÍAS (NS)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A2 (550 mm)	26	A	A2 (550 mm)	39	A	A1 (450 mm)	17	A	A1 (450 mm)	26	A
A3 (650 mm)	25	AB	A1 (450 mm)	38	A	A3 (650 mm)	17	A	A3 (650 mm)	26	A
A1 (450 mm)	24	B	A3 (650 mm)	37	A	A2 (550 mm)	17	A	A2 (550 mm)	26	A

\* = significativo al 5 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

## **FACTOR A: LAMINAS DE AGUA**

La respuesta a la aplicación de las diferentes láminas de agua en el cultivo de tomate en cuanto a las variables número de hojas a los 120 días y número de entrenudos (NE) a los 60 y 120 días fue no significativa (NS); sin embargo en la variable número de hojas presentó una respuesta significativa (\*) a los 60 días, (Cuadro N°. 9).

Se determinó que el mayor número de hojas por planta en forma similar y consistente se registró en el A2 (550 mm) a los 60 días y 120 con 26 hojas y 39 hojas en su orden; una respuesta diferente se registró con el menor número de hojas siendo a los 60 días el A1 con 24 hojas/planta y a los 120 días el A3 con 37 hojas/planta (Cuadro N°.9). Estas diferencias podrían haber sido por el azar.

En cuanto a la variable NE a los 60 y 120 días; se determinó en una forma similar y consistente que todos los tratamientos presentaron 17 y 26 entrenudos por planta respectivamente es decir la similitud fue numérica y estadística. El tomate Michaela al tratarse de una especie de crecimiento indeterminado, requiere de un despunte para estimular el crecimiento en diámetro más no en longitud, por lo que esta variable analizada va a depender en su totalidad de la etapa que se realice el despunte y no guarda relación con los factores estudiados.

Estos resultados nos permiten inferir que no hubo un efecto sobre las variables analizadas, la cantidad de agua aplicada al cultivo, sino más bien la incidencia de enfermedades especialmente *Phytophthora infestans* influyó en el número de hojas.

Las variables NH y NE, son características varietales y dependen mucho de la interacción genotipo ambiente; otros factores que influyen son incidencia y severidad de enfermedades; nutrición de planta; temperatura, luz, humedad, etc.

**Cuadro No. 10.** Resultados promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: NH y NE a los 60 y 120 días.

NÚMERO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			NÚMERO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 60 DÍAS (NS)			NÚMERO DE ENTRENUDOS A LOS 120 DÍAS (NS)		
FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANG O	FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANG O	FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANG O	FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANG O
B3 (12 Días)	25	A	B1 (4 Días)	39	A	B2 (8 Días)	17	A	B2 (8 Días)	26	A
B1 (4 Días)	25	A	B3 (12 Días)	38	A	B3 (12 Días)	17	A	B3 (12 Días)	26	A
B2 (8 Días)	25	A	B2 (8 Días)	37	A	B1 (4 Días)	16	A	B1 (4 Días)	25	A
<b>Media General</b>	25 hojas			38 hojas			17 nudos			26 nudos	

NS = No significativo al 5%

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

## **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta de las frecuencias de riego en relación a la variable NH y NE fue no significativo (NS) a los 60 y 120 días; (Cuadro N°. 10)

En promedio general se registraron 25 hojas a los 60 días y 38 hojas a los 120 días (Cuadro N°. 10).

En cuanto a la variable NE; no se presentó una diferencia significativa entre tratamientos. En promedio general a los 60 días registró 17 nudos y a los 120 días 26 nudos (Cuadro N° 10).

El número de entrenudos tiene relación directa con la altura de la planta y la etapa de despunte que fue realizado.

Estos resultados nos confirman que el número de hojas y entrenudos por planta son una característica varietal y dependen de su interacción genotipo ambiente; otros factores que influyen son: temperatura, humedad, cantidad y calidad de radiación solar, sanidad y nutrición de las plantas.



#### 4.5. LONGITUD DE HOJAS (LH) Y ANCHO DE HOJAS (AH).

**Cuadro No. 11.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días Yagui. 2011.

LONGITUD DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			LONGITUD DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)			ANCHO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS			ANCHO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (**)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T9: A3B3	23,6	A	T6	29,1	A	T7	19,6	A	T7	26,8	A
T6: A2B3	22,7	A	T9	28,9	A	T8	19,3	AB	T8	26,6	AB
T5: A2B2	21,6	A	T5	26,9	A	T6	19,0	ABC	T6	26,2	AB
T4: A2B1	21,3	A	T4	26,6	A	T4	18,1	BCD	T4	25,3	BC
T2: A1B2	21,2	A	T2	26,4	A	T5	17,8	CD	T5	25,1	CD
T7: A3B1	21,1	A	T7	26,3	A	T3	17,4	D	T3	24,6	D
T3: A1B3	20,4	A	T3	25,7	A	T9	17,1	D	T9	24,3	D
T1: A1B1	20,0	A	T1	25,2	A	T2	15,6	E	T2	22,8	E
T8: A3B2	19,9	A	T8	25,2	A	T1	14,6	E	T1	21,8	E
<b>Media General : 21,3 cm</b>			<b>Media General : 26,7 cm</b>			<b>Media General : 17,6 cm (**)</b>			<b>Media General : 24,8 cm</b>		
<b>CV: 6,78%</b>			<b>CV: 5,52%</b>			<b>CV: 2,67%</b>			<b>CV: 1,9%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

## TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos sobre las variables Longitud de hoja (LH) a los 60 y 120 días fue similar (NS); no así que para la variable ancho de hoja (AH) a los 60 y 120 días fue muy diferente (\*\*)

En promedio general se registró 21,3 cm de longitud de hoja a los 60 días y 26,7 cm a los 120 días mientras que el ancho de hoja presentó 17,6 cm a los 60 días y 24,8 cm a los 120 días (Cuadro N° 11).

Matemáticamente las hojas con mayor longitud a los 60 días se registró en el T9 con 23,6 cm, mientras que a los 120 días fue el T6 con 29,1 cm y el menor promedio para longitud de la hoja fue el T8 con 19,9 cm a los 60 días y 25,2 cm a los 120 días (Cuadro N° 11).

Según la prueba de Tukey al 5% en lo que se refiere a la variable AH el promedio más alto se registró en el T7 con 19,6 cm a los 60 días y con 26,8 cm a los 120 días; en forma similar y consistente se determinó el menor promedio en el T1 con 14,6 y 21,8 cm a los 60 y 120 días respectivamente. (Cuadro N° 11)

La longitud y ancho de hoja es una característica varietal importante en el proceso de fotosíntesis para la transformación de elementos inorgánicos en orgánicos que servirán de reservas y alimentación de la planta, y además depende de su interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son temperatura, humedad, radiación solar, nutrición y sanidad de plantas, etc.

**Cuadro No. 12.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días.

LONGITUD DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			LONGITUD DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)			ANCHO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (**)			ANCHO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A2 (550 mm)	21,9	A	A2 (550 mm)	27,5	A	A3 (650 mm)	18,7	A	A3 (650 mm)	25,9	A
A3 (650 mm)	21,5	A	A3 (650 mm)	26,8	A	A2 (550 mm)	18,3	A	A2 (550 mm)	25,5	A
A1 (450 mm)	20,5	A	A1 (450 mm)	25,8	A	A1 (450 mm)	15,9	B	A1 (450 mm)	23,1	B

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

## **FACTOR A: LAMINAS DE AGUA**

La respuesta de las diferentes láminas de agua aplicadas, en cuanto a la variable longitud de la hoja LH tuvo una respuesta similar (NS) a los 60 y 120 días; no así que para la variable Ancho de la hoja AH fue muy diferente (\*\*) a los 60 y 120 días (Cuadro N°. 12).

Para LH el promedio más alto se presentó el A2 (550 mm) tanto a los 60 días y 120 días con 21,9 y 27,5 cm respectivamente; mientras que el promedio más bajo en una forma similar lo registró el A1 con 20,5 y 25,8 cm a los 60 y 120 días.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la variable AH, las hojas más anchas fueron para A3 (650 mm) con 18,7 cm a los 60 días y 25,9 cm a los 120 días y el menor en A1 con 15,9 cm y 23,1 cm a los 60 y 120 días respectivamente (Cuadro N°. 12).

La longitud y ancho de la hoja son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son incidencia y severidad de enfermedades; nutrición de plantas; temperatura, luz, humedad, características físicas y químicas del suelo, etc.

**Cuadro No. 13.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: LH y AH a los 60 y 120 días.

LONGITUD DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			LONGITUD DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (*)			ANCHO DE HOJAS A LOS 60 DÍAS (NS)			ANCHO DE HOJAS A LOS 120 DÍAS (NS)		
Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	Factor B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango
B3 (12 Días)	22,3	A	B3 (12 Días)	27,9	A	B3 (12 Días)	17,8	A	B3 (12 Días)	25,0	A
B2 (8 Días)	20,9	A	B2 (8 Días)	26,2	AB	B2 (8 Días)	17,6	A	B2 (8 Días)	24,8	A
B1 (4 Días)	20,8	A	B1 (4 Días)	26,0	B	B1 (4 Días)	17,4	A	B1 (4 Días)	24,7	A

\* = significativo al 5 %

NS= No significativo al 5%

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente igual

## **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta del factor B en relación a la variable LH fue significativo (\*) a los 60 días y a los 120 días fue no significativa (NS); mientras que para la variable AH tuvo una respuesta similar (NS) a los 60 y 120 días (Cuadro N°. 13)

Mediante la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de la variable LH, se determinó que el promedio más alto registró el B3 (12 días) con 22,3 cm y 27,9 cm a los 60 y 120 días en su orden; mientras que los promedios más bajos se determinaron en el B1 (4 días) con 20,8 cm a los 60 días y 26 cm a los 120 días (Cuadro N°. 13).

Para la variable AH numéricamente el promedio más alto se determinó en B3 con 17,8 cm y 25 cm de ancho de hoja a los 60 y 120 días respectivamente (Cuadro N°. 13).

Estos resultados nos confirman que las variables; Longitud y Ancho de hoja son características varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son; la incidencia y severidad de enfermedades; nutrición de planta; temperatura, luz, densidad de siembra, altitud y sobre todo manejo agronómico del cultivo, en cuanto al tipo y frecuencia de podas.

#### 4.6. DIÁMETRO DE TALLO (DT) Y VOLUMEN DE RAÍZ (VR).

**Cuadro No. 14.** Resultados `promedios de los tratamientos (AxB) en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR. A los 120 días.

DIÁMETRO DE TALLO A LOS 60 DÍAS (NS)			DIÁMETRO DE TALLO A LOS 120 DÍAS (NS)			VOLUMEN DE RAÍZ (NS)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T8: A3B2	1,7	A	T8	1,9	A	T8	12,2	A
T7: A3B1	1,6	A	T9	1,9	A	T4	12,2	A
T9: A3B3	1,6	A	T7	1,9	A	T9	12,1	A
T4: A2B1	1,6	A	T4	1,9	A	T5	12,1	A
T1: A1B1	1,6	A	T2	1,8	A	T3	12,0	A
T2: A1B2	1,6	A	T6	1,8	A	T7	12,0	A
T5: A2B2	1,6	A	T3	1,8	A	T1	11,9	A
T6: A2B3	1,6	A	T5	1,8	A	T2	11,9	A
T3: A1B3	1,5	A	T1	1,8	A	T6	11,9	A
<b>Media General : 1,6 cm</b>			<b>Media General : 1,8 cm</b>			<b>Media General : 12 cc</b>		
<b>CV: 4,1%</b>			<b>CV: 4,80%</b>			<b>CV: 3.37%</b>		

NS = No significativo

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales.

## TRATAMIENTOS

Existió una respuesta similar (NS) de los tratamientos en el diámetro del tallo (DT) de tomate a los 60 días y 120 días y del volumen de raíz a los 120 días (Cuadro N<sup>o</sup> 14).

En promedio general para la variable DT se evaluó 1,6 cm a los 60 días; 1,8 cm. a los 120 días; y el VR con 12 cc a los 120 días (Cuadro N<sup>o</sup> 14).

Los promedios de la variable DT más altos matemáticamente registrados en una forma consistente fueron en el T8 con 1,7 cm y 1,9 cm a los 60 días y 120 días respectivamente; en lo que se refiere al menor diámetro se determinó en el T3 con 1,5 cm a los 60 días y en el T1 con 1,8 cm a los 120 días (Cuadro N<sup>o</sup> 14).

Con respecto al volumen de raíz los mayores promedios se obtuvieron en el T8 y T4 con 12,2 cc y el menor en el T6 con 11,9 cc (Cuadro N<sup>o</sup> 14).

El volumen de raíz, es de mucha importancia para la asimilación de nutrientes de una planta y además la longitud de la misma determina el área de absorción del agua por parte de la planta.

Las variables DT y VR son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que pueden influir son temperatura, humedad, iluminación, densidad de siembra, características físicas y químicas del suelo etc.



**Cuadro No. 15.** Resultados promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR a los 120 días.

<b>DIÁMETRO DE TALLO A LOS 60 DÍAS (NS)</b>			<b>DIÁMETRO DE TALLO A LOS 120 DÍAS (NS)</b>			<b>VOLUMEN DE RAÍZ (NS)</b>		
<b>Factor A (Láminas de agua)</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>	<b>Factor A (Láminas de agua)</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>	<b>Factor A (Láminas de agua)</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>
<b>A3 (650 mm)</b>	1,6	A	<b>A3 (650 mm)</b>	1,9	A	<b>A3(650 mm)</b>	12,1	A
<b>A2 (550 mm)</b>	1,6	A	<b>A2 (550 mm)</b>	1,8	A	<b>A2(550 mm)</b>	12,1	A
<b>A1 (450 mm)</b>	1,6	A	<b>A1 (450 mm)</b>	1,8	A	<b>A1 (450 mm)</b>	12,0	A

NS = No significativo

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

## **FACTOR A: LAMINAS DE AGUA**

La respuesta de los tratamientos (FA) en cuanto a la variable Diámetro de Tallo (DT) a los 60 días y 120 días y volumen radicular a los 120 días fue no significativa (NS) (Cuadro N°. 15).

En promedio la variable DT registró su mayor diámetro en el A3 (650 mm) tanto a los 60 y 120 días con 1,6 y 1,9 cm en su orden; mientras que para la variable VR el mejor promedio se calculó también en A3 con 12,1 cc a los 120 días (Cuadro N° 15).

El menor promedio fue registrado en respuesta consistente en el A1 con 1,6 cm de diámetro de tallo a los 60 días; 1,8 cm de DT a los 120 días y con un volumen de raíz de 12 cc a los 120 días (Cuadro N° 15).

Como se mencionó anteriormente esta respuesta confirman que estas variables DT y VR son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que pueden incidir son incidencia y severidad de enfermedades foliares; nutrición de la planta; temperatura, luz, la humedad, características físicas y químicas del suelo; etc.

**Cuadro No. 16.** Resultados promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DT a los 60 y 120 días y VR. A los 120 días.

DIÁMETRO DE TALLO A LOS 60 DÍAS (NS)			DIÁMETRO DE TALLO A LOS 120 DÍAS (NS)			VOLUMEN DE RAÍZ (NS)		
FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango
B2 (8 Días)	1,6	A	B3 (12 Días)	1,9	A	B2 (8 Días)	12,1	A
B1 (4 Días)	1,6	A	B2 (8 Días)	1,9	A	B1 (4 Días)	12,0	A
B3 (12 Días)	1,6	A	B1 (4 Días)	1,8	A	B3 (12 Días)	12,0	A

NS = No significativo

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

## **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta de la frecuencia de riego (FB) sobre las variables DT a los 60 y 120 días y el volumen radicular a los 120 días fue similar (NS) en el cultivo de tomate híbrido Michaela (Cuadro N°. 16)

La variable DT; presentó en todos los tratamientos el mismo valor numérico a los 60 días siendo este de 1,6 cm y a los 120 días registró el B3 y B2 1,9 cm (Cuadro N°. 16).

En lo que hace referencia al volumen de raíz el mayor promedio numérico fue registrado en el B2 con 12, 1 cc; mientras que el B3 y B1 registró 12 cc siendo estos los más bajos.

Las variables DT y VR son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son: nutrición y sanidad de la planta; temperatura, cantidad y calidad luz, humedad, características físicas y químicas del suelo, etc.

#### 4.7. NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO (NFR) Y NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA (NFP).

**Cuadro No. 17.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: NFR y NFP.

NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO (NS)			NÚMERO O DE FRUTOS POR PLANTA (**)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T7: A3B1	8	A	T7	114	A
T5: A2B2	7	A	T4	99	AB
T6: A2B3	7	A	T8	89	BC
T8: A3B2	7	A	T9	75	CD
T1: A1B1	7	A	T6	74	CD
T3: A1B3	7	A	T2	73	CD
T4: A2B1	7	A	T5	70	CD
T9: A3B3	6	A	T1	69	CD
T2: A1B2	6	A	T3	66	D
<b>Media General : 6,9 (7) Frutos</b>			<b>Media General : 81 Frutos</b>		
<b>CV: 10,95%</b>			<b>CV: 8,61%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

NS = No significativo

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

#### TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos en cuanto a las variable número de frutos por racimo (NFR) fue Similar (NS); sin embargo para el componente (NFP), fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 17).

En promedio general en la variable (NFR) se registraron 7 frutos y 81frutos/planta en el híbrido Michaela cultivado bajo invernadero.

El número de frutos por racimo, presentó su valor promedio más elevado numéricamente el tratamiento T7 con 8 tomates/racimo y el menor número en el T9 y T2 con 6 tomates/racimo (Cuadro N°. 17).

Con la prueba de Tukey al 5%; para comparar promedios de tratamientos en la variable NFP, se determinó como el mejor al T7 con 114 frutos/planta y el menor en el tratamiento T3 con 66 frutos/planta (Cuadro N<sup>o</sup>.17)

El número de frutos es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son el cuajado y número de flores; la sanidad y nutrición de las plantas; composición química del suelo, altitud e índice de área foliar.

La variable número de frutos bajo condiciones normales del cultivo es un componente importante del rendimiento; es decir a mayor número de frutos mayor es el rendimiento. El número de frutos por planta en promedio es de 4.63 a 5,88 frutos racimo/planta; con un peso aproximado de 191 gr a 380 gr fruto, y un rendimiento por planta de 3,80 Kg (<http://rapi.epn.edu.ec/index.php/record/view/47077>)

**Cuadro No. 18.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: NFR y NFP.

NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO (NS)			NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A3 (650 mm)	7,0	A	A3 (650 mm)	93	A
A2 (550 mm)	7,0	A	A2 (550 mm)	81	B
A1 (450 mm)	7,0	A	A1 (450 mm)	69	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

NS = No significativo

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales

## FACTOR A: LAMINAS DE AGUA

La respuesta de las diferentes láminas de agua aplicadas en riego (FA) para la variable Número de frutos por racimo (NFR) fue no significativa (NS); y muy diferente (\*\*) para el componente NFP (Cuadro N°. 18).

Se determinó que al aplicar diferentes volúmenes de agua en el riego no influyeron en el número de frutos por racimo todos los tratamientos registraron 7 frutos/racimo esto nos confirma que esta variable es una característica varietal y depende otros factores como el porcentaje de cuaje de los frutos, nutrición y

Con la prueba de Tukey al 5% el tratamiento con el mayor promedio fue el A3 con 93 frutos/planta; y que el menor el A1 con 69 frutos/planta (Cuadro N°. 18).

Las variables NFR y NFP, son características varietales y dependen de su interacción genotipo-ambiente; otros factores que inciden son la incidencia y severidad de enfermedades foliares; nutrición de la planta; temperatura, luz, humedad, características físicas y químicas del suelo; el cuajado y desarrollo de los frutos, etc.

**Cuadro No. 19.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: NFR y NFP.

NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO (NS)			NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA (**)		
FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango
B1 (4 Días)	7	A	B1 (4 Días)	94	A
B3 (12 Días)	7	A	B2 (8 Días)	77	B
B2 (8 Días)	7	A	B3 (12 Días)	72	B

\*\* = Altamente significativo al 1 %

NS= No significativo

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

## **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La variable NFR tuvo un efecto no significativo (NS) y el NFP presentó una respuesta altamente significativa (\*\*) a las frecuencias de riego aplicado al cultivo de tomate bajo invernadero (Cuadro N°. 19)

Matemáticamente el número de frutos por racimo fue igual para todos los tratamientos con 7 tomates/racimo; esta respuesta similar confirma que esta variable es una característica varietal.

Al realizar la prueba de Tukey al 5% y promedio más altos del NFP, presentó el B1 con 94frutos/planta; y el menor el B3 con 72frutos/planta (Cuadro N° 19).

Las variables NFR y NFP, son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que inciden son la incidencia y severidad de enfermedades foliares; nutrición de la planta; temperatura, luz, humedad, características físicas y químicas del suelo, etc.



#### 4.8. DIÁMETRO DE FRUTO ECUATORIAL (DFE) Y DIÁMETRO DE FRUTO POLAR (DFP).

**Cuadro No. 20.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: DFE y DFP.

DIÁMETRO DEL FRUTO ECUATORIAL (**)			DIÁMETRO DEL FRUTO POLAR (**)		
TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO	TRATAMIENTO	PROMEDIO	RANGO
T7: A3B1	7,2	A	T7	6,8	A
T4: A2B1	6,7	AB	T4	6,4	AB
T8: A3B2	6,5	AB	T8	6,2	AB
T5: A2B2	5,4	BC	T5	5,1	BC
T9: A3B3	4,5	CD	T9	4,3	CD
T6: A2B3	3,8	DE	T6	3,6	CDE
T1: A1B1	3,0	DE	T1	2,9	DE
T2: A1B2	2,8	E	T2	2,7	DE
T3: A1B3	2,6	E	T3	2,5	E
Media General : 4,7 cm			Media General : 4,5 cm		
CV: 11,72%			CV: 11,83%		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

#### TRATAMIENTOS

Existió una respuesta de los tratamientos altamente significativo (\*\*) en el diámetro del fruto ecuatorial (DFE) y diámetro del fruto polar (DFP) (Cuadro N<sup>o</sup> 20).

En promedio general para la variable diámetro de fruto ecuatorial se evaluó 4,7 cm; mientras que para el diámetro polar fue de 4,5 cm. (Cuadro N<sup>o</sup>20).

Los diámetros más altos según la prueba de Tukey al 5%; en una respuesta consistente se registró en el T7 con 7,2 cm de diámetro ecuatorial y 6,8 cm de diámetro polar y el menor promedio, se presentó en el T3 con 2,6 cm y 2,5 cm de diámetro ecuatorial y polar. (Cuadro N<sup>o</sup> 20).

Las variables DFE y DFP son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que influyen son la temperatura, humedad, iluminación, densidad de siembra, NFR; NFP, etc.

Estos resultados nos permiten inferir que la aplicación de menor cantidad de agua en una frecuencia de 12 días redujo el tamaño del tomate. Esta respuesta es lógica ya que todo fertilizantes químico es absorbido por las plantas mediante ósmosis forzada, para lo cual se requiere de gran cantidad de agua.

Según el promedio general de diámetro de fruto este se encuentra en la categoría de segunda clase; la variable diámetro de tomate es muy importante para su comercialización por las exigencias de los segmentos de mercado.

**Cuadro No. 21.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: DFE y DFP.

DIÁMETRO DEL FRUTO ECUATORIAL (**)			DIÁMETRO DEL FRUTO POLAR (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedio	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedio	Rango
A3 (650 mm)	6,0	A	A3 (650 mm)	5,8	A
A2 (550 mm)	5,3	B	A2 (550 mm)	5,0	B
A1 (450 mm)	2,8	C	A1 (450 mm)	2,7	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### FACTOR A: LAMINAS DE AGUA

La respuesta de las láminas de agua aplicadas (FA) en cuanto a las variables Diámetro ecuatorial del fruto y Diámetro polar del Fruto (DF) fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 21).

Con la prueba de Tukey al 5%, para las variables DFE y DFP se determinó que el diámetro ecuatorial y polar más elevado se registró en el A3 con 6 cm y 5,8 cm

respectivamente; y el menor promedio en el A1 con 2,8 cm 2,7 cm respectivamente para el DFE y DFP (Cuadro N° 21).

El proceso de reactivación del suelo; disposición y translocación de nutrientes hacia las plantas, dependerá en gran medida del contenido de humedad del suelo es decir de agua disponible.

Las variables DFE y DFP, son características varietales y dependen de la interacción de genotipo ambiente; otros factores que inciden son la incidencia y severidad de enfermedades foliares; nutrición de la planta; temperatura, luz, humedad, características físicas y químicas del suelo; etc.

**Cuadro No. 22.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DFE y DFP

DIÁMETRO DEL FRUTO ECUATORIAL (**)			DIÁMETRO DEL FRUTO POLAR (**)		
FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANGO	FACTOR B (Frecuencia de riego)	PROMEDIOS	RANGO
B1 (4 Días)	5,6	A	B1 (4 Días)	5,3	A
B2 (8 Días)	4,9	B	B2 (8 Días)	4,7	B
B3 (12 Días)	3,6	C	B3 (12 Días)	3,4	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta del factor B (frecuencias de riego) sobre las variables DFE y DFP fue muy diferente (\*\*), (Cuadro N°. 22)

Mediante la prueba de Tukey al 5% para las variables DFE y DFP; en una respuesta consistente se registró el mayor promedio en el B1 con 5,6 cm y 5,3 cm. El promedio más bajo se determinó en el B3 con 3,6 cm de diámetro ecuatorial y 3,4 cm de diámetro polar (Cuadro N°. 22).

Las variables DFE y DFP, son características varietales y dependen de la interacción genotipo ambiente; otros factores que influyen son: la nutrición y sanidad de planta; temperatura, cantidad y calidad luz, humedad, características físicas y químicas del suelo, etc.

Estos resultados, nos permiten inferir que a menor cantidad de agua y frecuencia de riego; con temperaturas altas en el invernadero (mayor a 30<sup>0</sup>c), se reduce drásticamente el tamaño de los frutos de tomate. (Monar, C. 2014. Comunicación personal).

**4.9. RENDIMIENTO DE TOMATE RIÑÓN POR HECTÁREA (RH)  
YAGUI 2011.**

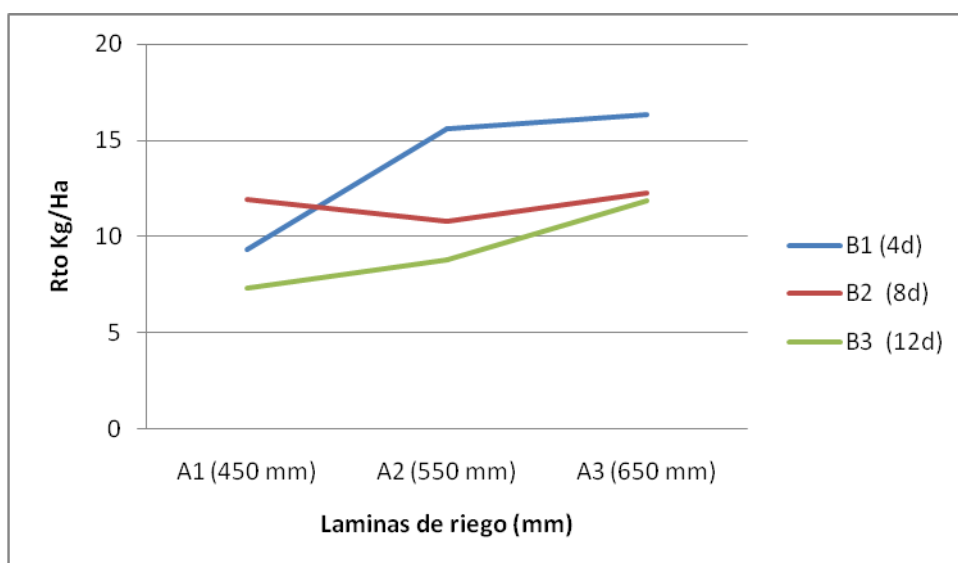
**Cuadro No. 23.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en la variable: RH.

<b>RENDIMIENTO Kg/Ha (**)</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>T7: A3B1</b>	16346,2	A
<b>T4: A2B1</b>	15579,8	A
<b>T8: A3B2</b>	12287,3	B
<b>T2: A1B2</b>	11958,0	BC
<b>T9: A3B3</b>	11873,5	BC
<b>T5: A2B2</b>	10801,3	BCD
<b>T1: A1B1</b>	9326,9	CDE
<b>T6: A2B3</b>	8814,1	DE
<b>T3: A1B3</b>	7316,4	E
<b>Media General : 11589,3 Kg</b>		
<b>CV: 8,74%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

**Gráfico No. 1.** Interacción de factores Ax B (laminas de riego por frecuencias) Yagui. 2014.



## TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos sobre la variable RH fue muy diferente (\*\*) en el tomate híbrido Michaela. (Cuadro N°. 23)

La media general del rendimiento de tomate híbrido Michaela bajo invernadero en la localidad de Yagui fue de 11589,3Kg/ha (Cuadro N° 23).

La respuesta de las frecuencias de riego en cuanto al rendimiento de tomate riñón variedad Michaela dependió de las láminas de riego (Gráfico N°. 1)

Estos resultados fueron muy inferiores a los reportados por Cornejo, C. 2009 con 150 000 Kg/ha; debido a que solamente se realizó el pesaje de una cosecha de la planta de tomate; además las láminas de agua y sus frecuencias aplicadas, no abastecieron las necesidades hídricas del cultivo.

Con la prueba de Tukey al 5%, los promedios estadísticos más elevados se presentaron en el T7 (A3B1): con 16346,2 Kg/ha. y T4 (A2B1): con 15579,8 Kg/ha.; y el menor rendimiento en el T3 (A1B3) con 7316,4 Kg/ha (Cuadro N° 23).

Quizá el promedio menor registrado en el T3, fue debido a que la lámina de agua aplicada y su frecuencia fue insuficiente para mantener la humedad adecuada en el suelo y no causar un estrés hídrico al cultivo.

En este estudio, se infiere que la lámina de agua correspondiente a 650 mm es la mejor opción; sin embargo la frecuencia de aplicación de 4 días no es la recomendada; esto posiblemente por la alta evapotranspiración que existió en el suelo y el agua por la temperatura alta (mayor a 30<sup>0</sup>c) en el invernadero y además por realizarse este ensayo en verano, existió una alta radiación solar.

Desde el trasplante hasta la floración debe existir un 60% de humedad, a partir de esta etapa la humedad es un factor determinante en el tamaño del fruto y la

humedad debe fluctuar entre el 75% a 80% de esto debido a la gran radiación solar presente en esta zona agroecológica especialmente en verano

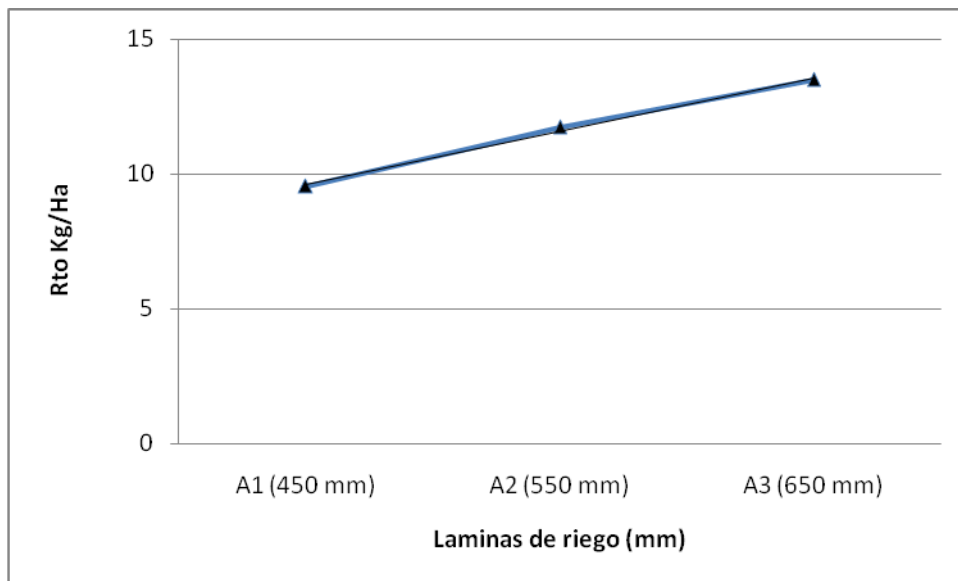
**Cuadro No. 24.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en la variable: RH.

<b>RENDIMIENTO Kg/Ha (**)</b>		
<b>Factor A (Láminas de agua)</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rango</b>
<b>A3 (650 mm)</b>	13502,3	A
<b>A2 (550 mm)</b>	11731,7	B
<b>A1 (450 mm)</b>	9533,8	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

**Gráfico No. 2.** Factor A (laminas de riego) Yagui. 2014.



### **FACTOR A: LAMINAS DE AGUA**

La respuesta de las diferentes láminas de agua aplicadas al cultivo de tomate en cuanto a las variable RH fue altamente significativa (\*\*) (Cuadro N°. 24).

La respuesta de las laminas de agua en cuanto al RH en Kg/ha, fue muy diferente y presento una tendencia lineal, es decir a mayor laminas de riego, mayor rendimiento de tomate (Gráfico N°. 2).

Con la prueba de Tukey al 5% el promedio más alto registrado en la variable RH, se obtuvo en A3: (650 mm) con 13502,3 Kg/Ha el menor en el A1 con 9533,8 Kg/Ha (Cuadro N°. 24).

El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente. Otros factores que influyen en el rendimiento son la nutrición de las plantas, sanidad, temperatura, luz, humedad, manejo agronómico del cultivo, etc.

Estos resultados nos confirman que la cantidad de agua aplicada al cultivo de tomate influyó en su rendimiento, esto debido a la alta tasa de evapotranspiración del suelo y de la planta por la temperatura alta (mayor a 30<sup>0</sup>c) en el invernadero.

**Cuadro No. 25.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: DF y DC.

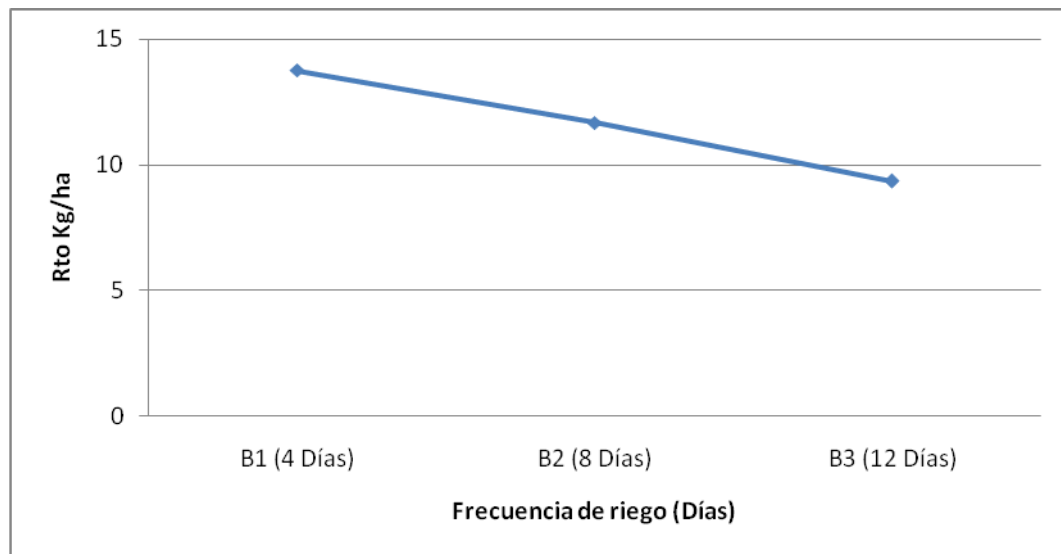
<b>RENDIMIENTO Kg/Ha (**)</b>		
<b>FACTOR B (Frecuencia de riego)</b>	<b>PROMEDIOS</b>	<b>RANGO</b>
<b>B1 (4 Días)</b>	13751,0	A
<b>B2 (8 Días)</b>	11682,2	B
<b>B3 (12 Días)</b>	9334,7	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %



**Gráfico No. 3.** Respuesta de Factor B (frecuencias de riego) Yagui. 2014.



### **FACTOR B: FRECUENCIAS DE RIEGO**

La respuesta de las frecuencias de riego realizadas en tomate; en cuanto a la variable RH fue altamente significativa (\*\*) (Cuadro N°. 25).

La respuesta de la frecuencia de riego (días) en relación al rendimiento de tomate, fue muy diferente y presentó una respuesta lineal negativa; es decir a mayor frecuencia riego (días), menor rendimiento del tomate (Gráfico N°. 3).

Con la prueba de Tukey al 5%, se calculó el promedio más elevado de rendimiento, en el B1 con 13751,0 Kg/Ha; y el promedio más bajo en B3 con 9334,7 Kg. /Ha (Cuadro N°. 25).

Durante la fase del cultivo se presentó una alta radiación solar y una tasa de elevada de transpiración como efecto de la época de verano. Estos resultados nos permiten inferir que el cultivo necesitó de frecuencias de riego más cortas que 4 días, para suplir el estrés hídrico y por lo tanto obtener mayor rendimiento.

El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo-ambiente.

#### 4.10. CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES Y DESPUÉS DEL RIEGO (CHADR).

**Cuadro No. 26.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de los tratamientos en las variables: PHAR y PHDR.

PORCENTAJE DE HUMEDAD ANTES DEL RIEGO (**)			PORCENTAJE DE HUMEDAD DESPUÉS DEL RIEGO (**)		
TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	RANGO
T7	36,5	A	T7	67,5	A
T4	32,7	B	T8	60,4	B
T8	32,6	B	T4	59,8	B
T9	31,4	BC	T9	58,1	C
T5	31,0	BC	T5	56,7	C
T6	29,8	CD	T6	54,5	D
T1	28,7	D	T1	51,7	E
T2	28,2	D	T2	50,8	EF
T3	27,8	D	T3	50,0	F
<b>Media General : 31 % Humedad</b>			<b>Media General : 56,6 % Humedad</b>		
<b>CV: 2,27%</b>			<b>CV: 0,86%</b>		

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

#### TRATAMIENTOS

La respuesta de los tratamientos sobre la variable porcentaje de humedad antes y después del riego fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N<sup>o</sup>.26).

En promedio general las parcelas donde se realizó el ensayo presentaron un porcentaje de humedad antes del riego del 31%; mientras que después del riego fue de 56,6% (Cuadro N<sup>o</sup>.26).

En lo que se refiere a la variable porcentaje de humedad antes del riego, la misma está cercana al punto de marchitez permanente; mientras que después del riego estuvo en capacidad de campo.

Con la prueba de Tukey al 5% el promedio más elevado de humedad antes de la aplicación del agua se registró en el T7 con el 36,5%; mientras que la menor humedad se presentó en el T3 con el 27,8%.

De la misma forma el mayor promedio de humedad después del riego se presentó en el T7 con un 67,5%; y la menor en el T3 con un 50% (Cuadro N<sup>o</sup>.26).

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que antes y luego del riego el tratamiento T7 presentó la mayor humedad. El contenido de humedad también puede influenciar en la disponibilidad de oxígeno en el suelo ya que este elemento es poco soluble en agua.

**Cuadro No. 27.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor A (Láminas de agua) en las variables: PHAR y PHDR

PORCENTAJE DE HUMEDAD ANTES DEL RIEGO (**)			PORCENTAJE DE HUMEDAD DESPUÉS DEL RIEGO (**)		
Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango	Factor A (Láminas de agua)	Promedios	Rango
A3 (650 mm)	33,5	A	A3 (650 mm)	62,0	A
A2 (550 mm)	31,1	B	A2 (550 mm)	57,0	B
A1 (450 mm)	28,2	C	A1 (450 mm)	50,8	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

La respuesta de los tratamientos (factor A) en cuanto a la variable porcentaje de humedad antes y después del riego fue altamente significativa (\*\*) (Cuadro N<sup>o</sup> 27).

Con la prueba de Tukey al 5% en cuanto a la variable porcentaje de humedad se registró el promedio más alto en respuesta consistente en el tratamiento A3 con un 33,5% antes del riego y 62% después del riego; en lo que se refiere a los promedios más bajos de humedad estos fueron evaluados en el tratamiento A1 con 28,2% y 50,8% antes y después del riego. (Cuadro N<sup>o</sup>. 27).

En base a este resultado se concluye que el tratamiento A3 es el que mayor contenido de humedad tuvo en un nivel aceptable durante la primera etapa, no así que a partir del cuajado de frutos la necesidad hídrica aumenta, llegando a existir un estrés hídrico por lo que las plantas reaccionan al déficit hídrico cerrando los estomas, así evitando la transpiración excesiva.

**Cuadro No. 28.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del Factor B (Frecuencias de riego) en las variables: PHAR y PHDR.

PORCENTAJE DE HUMEDAD ANTES DEL RIEGO (**)			PORCENTAJE DE HUMEDAD DESPUÉS DEL RIEGO (**)		
FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango	FACTOR B (Frecuencia de riego)	Promedios	Rango
B1 (4 Días)	32,6	A	B1 (4 Días)	59,6	A
B2 (8 Días)	30,6	B	B2 (8 Días)	55,9	B
B3 (12 Días)	29,7	C	B3 (12 Días)	54,2	C

\*\* = Altamente significativo al 1 %

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 1 %

### **FACTOR B: FRECUENCIA DE RIEGO**

La respuesta de los tratamientos en cuanto a las variables porcentaje de humedad antes y después del riego fue muy diferente (\*\*) (Cuadro N°. 28)

Con la prueba de Tukey al 5% en cuanto a las variables PHAR y PHDR el promedio más elevado y en respuesta consistente se registró en B1 con 32,6% antes del riego y 59,6% después del riego y el menor promedio en el B3 con el 29,7 %; y 54,2% de humedad antes y después del riego. (Cuadro N°. 28).

En este ensayo la frecuencia de riego fue muy baja lo cual no permitió tener una humedad adecuada (capacidad de campo) para un normal desarrollo del cultivo ya que el mismo debe tener un 70% de humedad como se indicó en anteriores variables.

Si el tiempo de necesidad de riego (estrés hídrico) se prolonga, la planta reaccionara acumulando solutos y reduciendo el tamaño de sus células para disminuir el potencial hídrico y seguir absorbiendo agua que le permita abrir parcialmente los estomas y continuar realizando sus funciones vitales

#### **4.11. COEFICIENTE DE VARIACIÓN. (CV)**

El CV es un indicador estadístico que nos indica la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje.

Varios autores como Beaver, J. y Beaver, L; manifiestan que en variables que están bajo el control del investigador, deben ser valores inferiores al 20 % del CV.

Sin embargo se aceptan valores superiores al 20 % del CV en variables que no están bajo el control del investigador y dependen fuertemente del ambiente como la incidencia y severidad de plagas y enfermedades.

En esta investigación se calcularon valores del CV muy inferiores al 20 % en las variables que estuvieron bajo el control del investigador por lo tanto las inferencias, conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agro ecológica en el cultivo del tomate Michaela bajo invernadero.

#### 4.12. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.

**Cuadro N. 29.** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que tuvieron una relación estadística significativa con el rendimiento de tomate híbrido Michaela (Variable Dependiente)

Componentes de rendimiento (Variables independientes XS)	Coefficiente de Correlación (r)	Coefficiente de regresión ( b)	Coefficiente de Determinación (R <sup>2</sup> %)
Porcentaje de humedad antes del riego	0,78 **	870,74**	61
Porcentaje de humedad después del riego	0,78 **	435,28 **	61
Altura de planta a los 60 días	1 **	961,06 **	100
Altura de inflorescencia	0,69**	436,64**	48
Número de frutos por planta	0,85**	151,72**	71
Diámetro polar del fruto	0,78**	1396,10**	60
Diámetro ecuatorial del fruto	0,77**	1314,62**	60

#### COEFICIENTE DE CORRELACIÓN “r”.

Correlación en su concepto más simple, es la relación positiva o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades. (Monar, C. 2008).

En esta investigación las variables que tuvieron una estrechez positiva con el rendimiento de tomate fueron: Porcentaje de humedad antes y después del riego, altura de la planta y de inserción de inflorescencia, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto. (Cuadro N<sup>o</sup> 29).

### **COEFICIENTE DE REGRESIÓN "b".**

El concepto de regresión es el incremento o disminución de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s). (Monar, C.2008).

Las variables que incrementaron el rendimiento de tomate fueron: altura de la planta y de inserción de inflorescencia, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto y rendimiento kg/parcela (Cuadro N<sup>o</sup> 29).

Esto quiere decir que valores promedios más altos de éstas variables independientes, mayor incremento del rendimiento de tomate.

### **COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R<sup>2</sup>).**

El R<sup>2</sup> es un estadístico que nos indica en qué porcentaje se incrementa o disminuye el rendimiento de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de la (s) variable (s) independiente (s) (Xs) (Monar, C.2008).

De acuerdo al criterio de muchos investigadores y estadísticos como Beaver, J. y Beaver L, 1992 valores más cercanos a 100 del valor del coeficiente de determinación, quiere decir que hay un mejor ajuste o relación de datos de la línea de regresión lineal;  $Y = a + bx$ .

En el tomate híbrido Michaella los mejores ajustes en rendimiento se obtuvieron por altura de planta, con un 100% de ajuste. (Cuadro N<sup>o</sup> 29).

#### 4.13. ANÁLISIS RELACIÓN COSTO/BENEFICIO (Rc/B).

**Cuadro N<sup>o</sup> 30.** Relación beneficio bruto/costo (RB/C) de los tratamientos T7 y T4.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T7</b>
<b>GRAN TOTAL DE COSTOS ( A + B)</b>	6756,74
<b>INGRESO BRUTO ( Q x P)</b>	7355,77
<b>INGRESO NETO ( I bruto - T. costo)</b>	599,03
<b>RELACIÓN BENEFICIO COSTO ( I bruto/T. costo)</b>	1,09
<b>RELACIÓN INGRESO NETO/COSTO ( I neto/ T. costo)</b>	0,09

De acuerdo con los costos totales de producción en tomate riñón híbrido Michaela con diferentes láminas de agua y frecuencia de riego aplicado en los dos tratamientos T7 y T4 que presentaron utilidad se infiere:

Los beneficios netos totales (\$/ha) en tomate evaluados, tiene el más alto en el T7 con \$ 599,03 UDS/ha y la relación beneficio/costo más elevada: RB/C de 1,09 y una RI/C de 0,09. Esto quiere decir que el productor por cada dólar invertido, tiene una ganancia de \$ 0,09 USD centavos de dólar (Cuadro N<sup>o</sup>30).

En los demás tratamientos durante el primer ciclo, hay una pérdida con el uso de esta cantidad de agua. Esta respuesta es lógica ya que al existir estrés por deficiencia hídrica el fruto de tomate reduce substancialmente su tamaño y calidad por factores antes analizados.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado los diferentes análisis estadísticos, agronómicos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

- El rendimiento promedio del tomate híbrido Michaela en la zona de Yagui bajo invernadero fue: de 11589,3 Kg/ha
- La respuesta agronómica de las diferentes láminas de agua aplicadas en el cultivo de tomate riñón fueron diferentes obteniéndose el rendimiento promedio más alto en el A3: (650 mm) con 13502,33 Kg/ha.
- En cuanto al efecto de las frecuencias de riego en el rendimiento se presentó como el mejor B1 (4 días) con 13750,97 Kg/ha.
- Para la interacción AxB fueron factores dependientes. El rendimiento promedio más elevado se obtuvo en el T7 (A3xB1) con 16346,15 Kg/ha.
- Los componentes que incrementaron el rendimiento de tomate híbrido Michaela fueron: Porcentaje de humedad antes y después del riego, altura de la planta y de inserción de inflorescencia, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto.
- Este estudio demostró que en esta zona agroecológica las láminas de agua y frecuencia de riego fueron insuficientes para cubrir las necesidades hídricas del cultivo bajo invernadero y en época de verano.
- el beneficio neto más alto considerando únicamente la primera cosecha se calculó en el T7 (A3B1) con una RB/C de 1,09.

## 5.2. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos y realizados las conclusiones, se recomienda:

- Validar en la zona de San Miguel y San Pablo en época de invierno, la lámina de agua de 650 mm en el cultivo de tomate híbrido Michaela.
- Si se va utilizar esta lámina de agua en esta zona en época de verano realizar el riego cada 2 días.
- Mantener al cultivo de tomate híbrido Michaela con una humedad sobre el 70% especialmente en cuajado y engrose del fruto
- Realizar ensayos con láminas de agua de 750 mm y 850 mm con una frecuencia de 4 días en cultivos de tomate bajo invernadero en esta zona.
- Para instaurar el cultivo de tomate bajo invernadero primero se requiere incorporar materia orgánica, mediante la aplicación compost en una proporción de 20 TM/ha.
- Se sugiere realizar la fertilización química de fondo para producción de tomate en esta zona con la fórmula (18-46-0) en una relación de 159 Kg/ha y sulfomag en una dosis de 63,6 Kg/ha.

## **VI. RESUMEN Y SUMMARY**

### **6.1. RESUMEN**

En la actualidad el tomate riñón es la hortaliza más cultivada en el mundo, por su contenido nutricional y su demanda en la dieta diaria. Las necesidades de agua del cultivo de tomate y la utilización del mismo dependen de la integración de factores climáticos, botánicos y edáficos. El riego es esencial para asegurar altos niveles de producción; la frecuencia y cantidad (láminas) de este depende del estado de desarrollo del cultivo; las condiciones climáticas del invernadero y del tipo de suelo. En la provincia Bolívar no existen estudios reales que incluyan los indicadores de cantidad y frecuencia de riego bajo el sistema de invernaderos. Los objetivos planteados en esta investigación fueron. i) Estudiar la respuesta de 3 láminas de agua para el Tomate Riñón Híbrido Michaela bajo invernadero. ii) Evaluar el efecto de tres intervalos de riego para el Tomate riñón. iii) Realizar un análisis económico de la Relación Beneficio /Costo del mejor tratamiento. La presente investigación se realizó en la localidad de Yagui Cantón y parroquia San Miguel. Se utilizó un diseño de bloques (DBCA). Los principales resultados obtenidos fueron: El rendimiento promedio del tomate híbrido Michaela fue de 11589,3 Kg/ha. Existió un efecto significativo de las láminas y frecuencias de riego sobre el rendimiento. El promedio más alto se registró en el A3: (650 mm) con 13502,33 Kg/ha, para frecuencias de riego el promedio más alto se evaluó en B1 (4 días) con 13750,97 Kg/ha. Para la interacción AxB fueron factores dependientes con el promedio más alto en T7 (A3xB1) con 16346,15 Kg/ha. Los componentes que incrementaron el rendimiento de tomate híbrido Michaela fueron: Porcentaje de humedad antes y después del riego, altura de la planta y de inserción de inflorescencia, número de frutos por planta, diámetro polar y ecuatorial del fruto. La variable que redujo el rendimiento fue el déficit hídrico durante el ciclo del cultivo. Además este estudio demostró que en esta zona agroecológica las láminas de agua y frecuencia de riego fueron insuficientes para cubrir las necesidades hídricas del cultivo. El mejor beneficio neto presentó el tratamiento T7 (A3B1) con una RB/C de 1,09.

## 6.2. SUMMARY

Currently the kidney tomato is most cultivated vegetable in the world, for its nutritional content and its application in the daily diet. The water needs of the tomato crop and use the same dependent integration of climate, soil and botanical factors. Irrigation is essential to ensure high levels of production; the frequency and quantity (sheets) of this depends on the state of development of the crop; greenhouse climatic conditions and soil type. Bolívar province there are no real studies that include indicators of amount and frequency of irrigation system under greenhouses. The objectives in this research were. i) Study the response of the 3 engravin y of water for Hybrid Tomato Kidney Michaella greenhouse ii) Evaluate the effect of three irrigation intervals for tomatoes kidney iii) Tomate an economic analysis of the benefit / cost of the best treatment. This research was conducted in the town Yagui, San Miguel canton. Block design (RCBD) was used. The main results were: The average yield of hybrid tomato Michaella was 11589.3 kg / ha. There was a significant effect of the engravin and irrigation frequencies on the yield. The highest average was recorded in the A3 (650 mm) with 13502.33 kg / ha for irrigation frequencies the highest average was evaluated in B1 (4 days) with 13750.97 kg / ha. For the AxB interaction were dependent factors with the highest average in T7 (A3xB1) with 16346.15 kg / ha. The components that increased the yield of hybrid tomato Michaella were: Moisture content before and after irrigation, plant height and inflorescence insertion, number of fruits per plant, polar and equatorial diameter of the fruit. The variable yield was reduced drought stress during the crop cycle. Furthermore, this study showed that in this agro-ecological zone water bodies and irrigation frequency was insufficient to meet the water needs of the crop. The best net benefit introduced T7 (A3B1) treatment with a RB / C of 1.09.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIPAC, 1999. El cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) bajo cubierta. Quito (EC), 68p.
2. Arias, M.;J. et. al. 1999. Alternatives to methyl bromide to control nematodos in a cucumber-swiss chard rotation in greenhouses. Abstract of XXXI Annual Meeting ONTA: 21-25 June, San Juan, Puerto Rico. Nematropica. P. 115.
3. Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar. 2003. Cultivo del tomate riñón bajo invernadero. Editorial ABYA AYALA. Quito - Ecuador. P. 56
4. Chavez, J. 2010. Taller de capacitación principios de riego. Disponible en <http://es.slideshare.net/AVJEICA/principios-del-riego.pdf>
5. Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate.
6. Duran, A. 2006. Propiedades hídricas de los suelos. Editorial ABYA AYALA. Quito - Ecuador. Pp. 116-132
7. Ecuaquímica. 2005. Hoja Técnica (en línea), disponible en: <http://www.ecuaquimica.com.ec/htm>
8. Galarza, L. 2010. Módulo de Riegos y Drenajes. Guaranda - Ecuador. Pp. 3,5, 6; 68 y 69
9. Gutiérrez, C., et. al. 2004. Guía en el MIP en el cultivo de tomate (en línea), disponible en: (<http://www.inta.gob.ni/guías-pdf/tomate-mip.pdf>)
10. INEC, 2010. XII Censo agrícola

11. Kramer, P. 2004. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Editorial Mundiprensa. Madrid-España. Pp. 37-42
12. López, J. 2003. Eficiencia de productos orgánicos en la reducción de la población de *Meloidogyne* en Rosas (Rosas. Sp) Variedad Tropical. Tesis Ingeniero Agrónomo. Quito - Ecuador. Pp. 78-81.
13. Llerena, S. y Llerena, B. 2010. Control de nemátodos *Meloidogyne sp.* en el cultivo de tomate riñón híbrido Michaela con tres dosis de Intercept y Nemasol en la localidad de Pifo. Tesis de ingeniero Agrónomo. P. 35.
14. MAGAP. 2010. Curso taller de hortalizas orgánicas y tomate riñón bajo invernadero, San Simón. Guaranda- Ecuador.
15. Márquez, J. 1998. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates de invernadero en la localidad de Guano. Tesis de ingeniero Agrónomo. ESPOCH. Riobamba – Ecuador. Pp. 35-45
16. Norero, R. 1984. Manejo sostenible y sustentable de agua en tomate bajo invernadero. Bogotá - Colombia. P 115.
17. Palacios, V.E. 1998. Estimación de los requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuándo y el cuanto regar. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México... Pp. 55-69.
18. Proyecto, SICA (Servicio de información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). 2005 Tomate Riñón. Disponible en <http://www.sica.int/htm>
19. Redroban, A. 2010. Seminario. Cultivo de tomate bajo invernadero. San Miguel, Guaranda- Ecuador.

20. Richardson, W. y Brauer, O. 2003. El tomate, indicaciones generales para su cultivo. Programa Agrícola Cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México. Pp. 27 y 35
21. Robles, J. 2009. Como se cultiva en invernadero. Ediciones VECCHI, S.A. Barcelona - España. 2009. P.159.
22. Tigrero, J.; Ortega, C. 2002. Cultivo de Tomate riñón bajo invernadero. Sangolquí, Ecuador. INAGREC. Pp. 3-5, 20-25.
23. SICA. 2005. Disponible en <http://www.sica.int/htm>.
24. Universidad Nacional de Tucuman. Sf. Disponible en: <http://www.Downloads/1380962354.USO%20CONSUNTIVO.pdf>
25. Vásquez, F.; Espinel, R.; Báez, M. s.f. 2000. Guía del Manejo de Tomates indeterminados. Quito, Ecuador. Impordis. S.p.

#### WEB GRAFÍA:

26. <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/18/1/html>
27. [http://wwwdrcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/Requerimientos\\_Nutricionales.html](http://wwwdrcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/Requerimientos_Nutricionales.html)
28. (<http://www.buscagro.com.html>).
29. (<http://www.infoagro.com.html>).
30. (<http://www.sica.gov.ec.html>).
31. (<http://www.sica.gov.ec/agronegocios.html>).
32. (<http://verduras.consumer.es.html>).

33. (<http://www.abcagro.com.html>)
34. (<http://www.bce.fin.ec,SICA,2005.html>)
35. (<http://www.articulos.infojardin.com.html>)
36. (<http://www.fagro.edu.uy.html>)
37. (<http://www.fagro.com.html>)
38. (<http://www.plagasydesinfección.com.html>)
39. (<http://html.com/estres-del-tomate.html>)
40. (<http://www.dspace.espol.edu.ec.html>).
41. (<http://www.horticom.com.html>)
42. (<http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php.html>).
43. ([http://biomet.ucdavis.edu/irrigation\\_scheduling/bis/BIS.html](http://biomet.ucdavis.edu/irrigation_scheduling/bis/BIS.html))
44. ([http://www.Riego\\_por\\_goteo.htm](http://www.Riego_por_goteo.htm))
45. (<http://www.sistemas-de-riego-presentation.htm>)
46. <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias/3084-tomate-mundo-100314>
47. (<http://rapi.epn.edu.ec/index.php/record/view/47077>)



**ANEXOS**

# ANEXO N°1

## MAPA DEL LUGAR DEL ENSAYO



## ANEXO N° 2

### ANALISIS DE SUELO Y AGUA



ANALISIS DE SUELOS

Página 1 de 2

#### SUELOS

# Lab

574

<b>Empresa:</b>	FINCA YAGÜI	<b>Nombre de la muestra:</b>	Suelo
<b>Solicitante:</b>	Leonardo Rafael Velasco	<b>Aspecto de la muestra:</b>	Buen estado
<b>RUC:</b>	0201657251	<b>Estado físico de la muestra:</b>	Sólido
<b>Dirección:</b>	San Miguel de Bolívar	<b>Fecha de Ingreso:</b>	02-04-2011
<b>Teléfono:</b>		<b>Fecha Emisión Resultados:</b>	25-04-2011
<b>Celular:</b>	082681966		
<b>E-mail:</b>			

Parámetro evaluado			Niveles críticos en cultivo de:				Método analítico usado
Expresado como:	Valor	Unidades	Deficiente	BAJO	MEDIO	ALTO	
<b>ORGANICO</b>							
Carbón Orgánico - %CO	2.59	%	1.0	4.0	16.0	64	NTC5167 Walkley Black
Materia Orgánica - %MO	4.47	%					NTC5167
<b>CATIONES</b>							
Nitrógeno Amoniacal - N-NH <sub>4</sub>	12.36	mg/kg	6	18	36	73	Colorimetría
Potasio - K	1482	mg/kg	93.83	187.67	375.34	758.50	NTC 5349
Calcio - Ca	1199	mg/kg	400.78	801.56	1603.12	3206.24	NTC 5349
Magnesio- Mg	366.40	mg/kg	121.53	243.05	486.1	972.2	NTC 5349
Sodio - Na	32.29	mg/l	45.97	91.96	1103.47	2206.94	NTC 5349
<b>ANIONES</b>							
Nitrógeno Nitrato - N-NO <sub>3</sub>	47.42	mg/l	40	100	200	400	Colorimetría
Fósforo- P	45.71	mg/kg	13	52	156	312	NTC 5350
Carbonatos- CO <sub>3</sub>	0	mg/l					Volumétrico
Bicarbonatos- HCO <sub>3</sub>	36.6	mg/l					Volumétrico
Azúfre - S	88.37	mg/l	10	30	60	120	NTC 359-04
Boro- B	N/A*	mg/l					NTC1860
Cloruros- Cl	112.12	mg/l					Volumétrico
<b>ELEMENTOS MENORES</b>							
Cobre- Cu	1.20	mg/kg	0.25	0.50	1	4	NTC 36005
Hierro- Fe	159.40	mg/kg	100	400	800	1200	NTC 36005
Manganeso- Mn	27.90	mg/kg	20	40	80	160	NTC 36005
Zinc- Zn	3.40	mg/kg	1.0	2.0	5.0	20.0	NTC 36005

\* N/A: No analizado

Laboratorio Analítico

Avenida Pampite s/n, Edificio Officenter Piso3++593-2-2041163 /2041 355/2041 455  
ventas@ecoalternativas.com.ec-Cumbayá-Ecuador

**SUELOS**

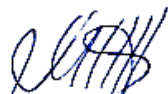
Lab

574

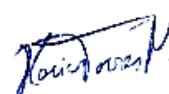
Parámetro evaluado			Niveles críticos en cultivo de				Método analítico usado
<b>PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS</b>							
Expresado como:	Valor	Unidades	Deficiente	BAJO	MEDIO	ALTO	
pH:	4.8	u pH	4.6	5.8	7	8.20	NTC 5264
Densidad Aparente:	0.77	g/100cc					Gravimétrico
Conductividad Eléctrica	0.84	mS/cm	0.5	1.0	2.0	4.0	Celda electroquímica
Capacidad de intercambio Catiónico -CIC	12.93	meq/100g	5	10	40	80	NTC 5268
% de saturación de agua	45.20	%	10	20	40	80	Gravimétrico
% de Humedad	29.75	%					Gravimétrico
Aluminio intercambiable- Al	N/A*	mg/Kg					

\* N/A: No analizado

Parámetro evaluado		
<b>RELACIONES</b>		
Expresado como:	Valor	Relación ideal
Ca/Mg:	3.27	2-4
Ca/K	0.81	6
(Ca + Mg)/K:	1.05	10
Mg/K:	0.25	3



Margarita Pavlova  
DIRECTORA LABORATORIO



Xavier Torres  
QUIMICO ANALISTA



Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guaranda

**emapa g**  
trabajando por su salud y bienestar...

**SISTEMA DE TRATAMIENTO CHAQUISHCA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**REPORTE ANALISIS DE AGUA RESIDUAL**

No. INFORME: 25  
FECHA: 14/08/2014  
CODIGO LAB-EMAPA-G: E.P-LAB-AR-001  
FECHA/HORA MUESTREO: 14/08/2014 (15H20)  
FECHA/HORA RECEPCION LAB: 14/08/2014 (10H30)  
FECHA DE ANALISIS: 14/08/2014 - 19/08/2014  
PROCEDENCIA: AGUA DE RIEGO / RECINTO YAGUI GRANDE CANTÓN SAN MIGUEL  
MUESTREADOR: SR. LEONARDO VELASCO

PARÁMETROS	UNIDAD	NORMA TULAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADOS
		Tabla 12 Límite Máximo Permissible		
<b>PARÁMETROS FÍSICOS</b>				
COLOR	UTC	.....	COMPARACIÓN VISUAL PLATINO COBALTO	2.50
TURBIEDAD	NTU	.....	NEFELOMÉTRICO	1.49
pH	.....	6 - 9	POTENCIOMÉTRICO	7.30
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	.....	CONDUCTIVIMÉTRICO	224.00
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	3000	CONDUCTIVIMÉTRICO	111.90
TEMPERATURA	° C	.....	CONDUCTIVIMÉTRICO / POTENCIOMÉTRICO	18.10
<b>PARÁMETROS QUÍMICOS</b>				
NITRATOS (N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Reducción cadmio)	1.52
NITRITOS (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Diazotación)	0.003
FOSFATOS (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Acido Ascórbico <sup>1</sup> )	0.04
NITROGENO AMONIACAL (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Nesslerización)	0.01
SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Sulfaver 4)	1.00
FLUORUROS (F)	mg/L	1	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Spands)	0.34
HIERRO TOTAL (Fe)	mg/L	5	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Ferrover <sup>1</sup> )	0.05
MANGANESO (Mn <sup>2+</sup> )	mg/L	0.2	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Pan <sup>1</sup> )	0.004
CROMO (Cr <sup>6+</sup> )	mg/L	0.1	ESPECTROFOTOMÉTRICO (1,5 Difeni carbohidracida <sup>1</sup> )	0.003
COBRE (Cu)	mg/L	2	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Bicinchoninato <sup>1</sup> )	0.02
DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	.....	TITULOMÉTRICO (EDTA)	240.00
ALUMINIO (Al <sup>3+</sup> )	mg/L	5	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Aluminón <sup>1</sup> )	0.002
CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Tiocianato Mercurico)	1.53
NIOQUEL (Ni)	mg/L	0.2	ESPECTROFOTOMÉTRICO 1-[2 piridilazo]-2-naftol(PAN <sup>1</sup> )	0.004
COBALTO (Co)	mg/L	0.05	ESPECTROFOTOMÉTRICO 1-[2 piridilazo]-2-naftol(PAN <sup>1</sup> )	0.006
PLOMO (Pb <sup>2+</sup> )	mg/L	0.05	ESPECTROFOTOMÉTRICO 4-[piridil-2-azo]-resorcina (PAR <sup>1</sup> )	0.007
ZINC (Zn <sup>2+</sup> )	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Zincon)	0.009
PLATA (Ag <sup>+</sup> )	mg/L	0.05	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Indicador colorante azul)	0.006
CIANURO (CN <sup>-</sup> )	mg/L	0.2	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Cloramina T)	0.002
BARIO (Ba <sup>2+</sup> )	mg/L	1	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Turbidimetric Method <sup>1</sup> )	0.45
BROMO (Br)	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (DPD)	0.02
MOLIBDENO (Mo <sup>6+</sup> )	mg/L	0.01	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Acido mercaptoacético <sup>1</sup> )	0.007
CROMO TOTAL (Cr)	mg/L	.....	ESPECTROFOTOMÉTRICO (Oxidación alcalina BrO <sup>1,2</sup> )	0.009
<b>PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</b>				
ESCHERICHIA COLI	NMP/100 mL	.....	FILTRACIÓN DE MEMBRANA AL VACIO	62
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	1000	FILTRACIÓN DE MEMBRANA AL VACIO	79

LIMITES PERMISIBLES BASADOS EN LA NORMA TULAS, LIBRO VI, TABLA 6, AGUA PARA RIEGO  
NOTA: No está permitido sacar fotocopias de este documento sin autorización de la E.P-EMAPA-G

*no. 15/08/14*  
ING. QUI RAUL ALLAN  
Técnico Control de Calidad  
**ep-emapa g**  
Ing. Qui Raul Allan  
**TEC. SCH-LAB**



## ANEXO N° 3

### BASE DE DATOS

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1	A1	B1	98,4	28,4	51,1	108,9	24	41	18,5
1	A1	B2	100,0	28,3	50,9	113,5	25	37	20,8
1	A1	B3	98,4	28,6	50,0	107,2	25	37	19,5
1	A2	B1	100,0	32,9	60,0	115,4	27	39	21,5
1	A2	B2	100,0	30,6	56,0	113,0	26	38	21,8
1	A2	B3	100,0	29,2	54,4	108,9	25	40	23,3
1	A3	B1	100,0	36,9	67,7	116,5	25	37	21,1
1	A3	B2	100,0	32,7	60,5	111,7	23	35	21,1
1	A3	B3	100,0	31,8	58,0	113,4	26	38	21,5
2	A1	B1	100,0	28,2	51,0	109,5	24	42	23,8
2	A1	B2	100,0	28,1	50,6	111,9	24	37	22,5
2	A1	B3	100,0	26,3	49,8	107,6	26	39	21,2
2	A2	B1	100,0	33,0	59,8	115,7	26	39	22,8
2	A2	B2	98,4	31,3	57,0	109,7	26	39	22,2
2	A2	B3	100,0	30,3	55,0	108,2	25	38	21,9
2	A3	B1	100,0	36,8	67,4	116,5	25	38	20,5
2	A3	B2	100,0	32,0	60,2	113,1	26	39	20,8
2	A3	B3	100,0	31,8	58,4	112,7	26	39	25,5
3	A1	B1	100,0	29,5	52,9	109,2	23	37	17,6
3	A1	B2	100,0	28,3	50,9	110,4	24	36	20,2
3	A1	B3	100,0	28,4	50,1	106,5	25	37	20,6
3	A2	B1	100,0	32,1	59,5	116,0	25	37	19,6
3	A2	B2	100,0	31,0	57,0	109,5	26	38	20,9
3	A2	B3	100,0	29,9	54,1	108,9	28	39	22,9
3	A3	B1	100,0	35,8	67,3	116,5	26	38	21,6
3	A3	B2	100,0	33,2	60,4	112,0	24	36	17,9
3	A3	B3	100,0	30,6	57,8	109,5	22	34	23,9

V1= Repeticiones

V8= Número de hojas60 días

V2= FA

V9= Número de hojas 120 días

V3= FB

V10= Longitud hoja 60 días

V4= Porcentaje de prendimiento

V5= Porcentaje de humedad antes

V6= Porcentaje de humedad después

V7= Altura de planta

V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
23,7	15,3	22,5	21,3	1,5	1,7	23	14	56	12
26	16,3	23,5	20,4	1,5	1,8	28	19	58	11,9
24,7	17,4	24,6	20,3	1,6	1,9	26	17	56	12,5
26,7	18,1	25,3	24,0	1,64	1,9	26	17	53	12
27	17,9	25,1	23,0	1,58	1,8	26	17	58	12,2
29,7	19	26,2	20,0	1,5	1,8	27	18	54	11,9
26,3	19,6	26,8	35,0	1,7	2,0	26	17	57	12
26,3	19,6	26,8	30,0	1,59	1,8	26	17	54	12,2
26,7	17,1	24,3	25,0	1,63	1,9	27	18	58	12
29,3	13,8	21,0	18,1	1,64	1,9	26	17	56	12
28	14,8	22,0	20,7	1,61	1,9	29	20	59	12
26,7	15,9	23,1	18,0	1,5	1,8	25	16	56	11,1
28,3	17,6	24,8	24,0	1,59	1,8	25	16	55	13
27,7	16,7	23,9	21,0	1,59	1,8	25	16	58	12
28,3	17,8	25,0	21,7	1,6	1,9	26	17	54	11,9
26	19,1	26,3	32,0	1,57	1,8	25	16	55	12
26,3	18,6	25,8	29,0	1,64	1,9	26	17	54	12,2
31	16,6	23,8	20,0	1,6	1,9	27	18	58	12
22,7	14,7	22,0	20,7	1,6	1,7	26	17	56	11,8
25,3	15,7	23,0	21,0	1,59	1,8	24	15	57	11,8
25,7	18,8	26,1	20,5	1,5	1,8	26	17	56	12,5
24,7	18,5	25,8	25,0	1,6	1,9	25	16	54	11,5
26	18,9	26,2	24,0	1,53	1,8	26	17	58	12,1
29,3	20,2	27,5	20,5	1,59	1,8	25	16	54	11,9
26,7	20,1	27,4	33,0	1,57	1,8	25	16	56	12
23	19,8	27,1	31,0	1,8	2,1	26	17	54	12,2
29	17,5	24,8	23,0	1,6	1,9	24	15	58	12,4

V11= Longitud de la hoja 120 días

V12= Ancho de la hoja 60 días

V13= Ancho de la hoja 120 días

V14= Altura de la primera inflorescencia

V15= diámetro de tallo 60días

V16= diámetro de tallo 120 días

V17= Número de entrenudos 60 días

V18= Número de entrenudos 120 días

V19= Días a la floración

V20= Volumen de raíz

V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27
7	68	3,1	3,3	117	9,4	9038,46
6	78	2,5	2,6	120	14,0	13461,54
7	70	2,9	3	120	7,7	7430,07
8	106	5,8	6,1	120	15,9	15297,20
9	72	4,8	5,1	122	13,5	12980,77
7	70	3,8	4	120	9,4	9038,46
9	123	6,8	7,2	121	17,0	16346,15
7	89	5,7	6	122	12,2	11730,77
6	78	4,8	5	124	13,9	13330,42
6	72	2,8	2,9	117	10,0	9615,38
6	80	2,8	2,9	121	12,4	11923,08
7	65	2,7	2,8	120	8,1	7788,46
6	90	7,0	7,4	118	16,2	15576,92
6	66	5,5	5,8	124	10,2	9807,69
7	70	3,3	3,5	120	8,7	8365,38
8	100	5,9	6,2	118	17,0	16346,15
7	89	6,7	7	122	13,6	13111,89
6	78	4,3	4,5	124	13,2	12674,83
8	68	2,7	2,8	117	9,7	9326,92
6	60	2,9	3	121	10,9	10489,51
7	62	1,9	2	120	7,0	6730,77
7	100	6,3	6,6	120	16,5	15865,38
6	72	5,0	5,3	122	10,0	9615,38
7	82	3,6	3,8	121	9,4	9038,46
7	120	7,7	8,1	120	17,0	16346,15
7	89	6,2	6,5	121	12,5	12019,23
6	70	3,7	3,9	124	10,0	9615,38

V21= Número de frutos/racimo

V22= Número de frutos/planta

V23= Diámetro del fruto polar

V24= Diámetro del fruto Ecuatorial

V25= Días a la cosecha

V26= Rendimiento parcela

V27= Rendimiento hectárea



**ANEXO N° 4**

**FOTOGRAFÍAS DEL ENSAYO**

<b>TRASPLANTE DE TOMATE</b>	<b>INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO</b>
	
<b>DESHIERBADO</b>	<b>TUTORADO</b>
	

**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



**TOMA DE VARIABLES**



## ANEXO N° 5

### CALCULO DE LAS LÁMINAS DE AGUA POR TRATAMIENTO

Tratamientos	M <sup>3</sup> /ha	Volumen total Lt/parcela	Volumen total Lt/planta	# Riegos	Volumen por riego Lt/ planta
T1	4500	4680	73	52,5	1.39
T2	4500	4680	73	26.3	2.79
T3	4500	4680	73	17,5	4.18
T4	5500	5720	89,4	52,5	1.7
T5	5500	5720	89,4	26.3	3.4
T6	5500	5720	89,4	17,5	5.11
T7	6500	6760	105,6	52,5	2.01
T8	6500	6760	105,6	26.3	4.02
T9	6500	6760	105,6	17,5	6.04

## ANEXO N° 6

### GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS.

- **Bacterias antagonistas.-** Son bacterias que realizan actividades contrarias a otras bacterias y hongos.
- **Barbecho.-** Tierra de labor que se deja de sembrar durante uno o más años para que descanse.
- **Bromuro de metilo.-** Es un fumigante de acción general con una clara actividad en contra de los nemátodos, insectos, hongos y malas hierbas y se presenta en forma de líquido volátil inodoro.
- **Fertilizante.-** Sustancia que se añade a los suelos agrícolas para mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad de la producción. Existen fertilizantes orgánicos, como el estiércol o el compost, y fertilizantes inorgánicos o minerales, que se utilizan para suministrar al suelo nitrógeno, potasio y calcio en forma de sales.
- **Hermafrodita.-** Vegetal cuyas flores reúnen en si ambos sexos, estambre y pistilo.
- **Híbrido.-** Descendencia de dos progenitores que difieren en una o más características heredables; descendencia originada por el cruzamiento de dos variedades diferentes o de dos especies diferentes.
- **Hipertrofia.-** Es el agrandamiento de las células.
- **Hiperplasia.-** Es la multiplicación de las células.
- **Humedad.-** Cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera (g de agua por m<sup>3</sup> de aire); se denomina humedad absoluta.

La humedad relativa es la relación que existe entre la humedad absoluta y la humedad máxima que puede ser contenida en el mismo volumen de aire en determinadas condiciones de temperatura. La humedad relativa se expresa en valores porcentuales.

- **Intercept.-** Es un nematocida biológico de origen natural que mejoran la salud y vigor de las plantas a través de una simbiosis con las raíces, gracias a la *Ryzobacteriapseudomonascepaea*.
- **Invernadero.-** Es una estructura cómoda que protege a los cultivos de los cambios climáticos.
- **Longevidad.-** Larga vida.
- **Necrosis.-** Es la destrucción de los tejidos.
- **Nemátodos.-** Son estructuras de cuerpo alargado y cilíndrico que forman agallas en las raíces de las plantas en donde se alimentan y viven en simbiosis.
- **Parámetros.-** Son los valores numéricos que corresponden a las características de la población. Estos valores son predeterminados con criterio.
- **Patógenos.-** Son elementos y medios que originan y desarrollan las enfermedades.
- **Solarización.-** Es un recubrimiento con polietileno que sumado a la acción del calor del sol genera temperaturas altas y llega a una profundidad de 10 a 20 cm, lo cual destruirá todos los parásitos existentes en el suelo.

- **Tegumento.-** Tejido que cubre algunas partes de las plantas, especialmente de óvulos y las semillas.
- **Variable.-** Característica o cualidades de las unidades de observación, susceptibles de asumir diferentes valores cuanti-cualitativos y que reúnan dos condiciones; conocer rasgos que permitan la confrontación con realidad y objetiva y ser capaces de variar, es decir asumir diferentes valores y por lo tanto ser medible, o cuantificable.
- **Varianza.-** Índice de medición estadístico que nos da el grado de variabilidad de los datos de una muestra y se utiliza también para comparar con otros semejantes. Es el cuadro de división estándar.
- **Variedad.-** Grupo de especies de plantas que se distinguen entre si por caracteres que se perpetúan por la herencia.
- **Virosis.-** Nombre genérico de las enfermedades originadas por un virus. Toda enfermedad infecciosa determinada por un virus.