

**Evaluación de coeficientes de cultivo (Kc) en diferentes fases de desarrollo de un cultivar de tomate, bajo condiciones de fertilización y riego localizado.**

**HANS KREUTLER GARCÍA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS  
ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO**

**2018**

**Evaluación de algunos coeficientes de cultivo (Kc) en diferentes fases de desarrollo de un cultivar de tomate, bajo condiciones de fertilización y riego localizado.**

**HANS KREUTLER GARCÍA**

**Tesis de grado para optar el título de  
Magister en Ciencias Agrarias, con Énfasis en Producción de Cultivos**

**Director de Investigación:**

**HUGO RUIZ ERASO I.A. Ph.D.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS  
ÉNFASIS EN PRODUCCIÓN DE CULTIVOS  
SAN JUAN DE PASTO**

**2018**

### **Nota de Responsabilidad**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2018

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	20
1. Planteamiento del problema .....	21
2. Justificación .....	22
3. Planteamiento de hipótesis .....	23
3.1 Hipótesis Nula .....	23
3.2 Hipótesis Alternativa .....	23
4. Objetivos.....	24
4.1 Objetivo general .....	24
4.2 Objetivos específicos .....	24
5. Marco Teórico.....	25
5.1 Generalidades del Riego en la planta de Tomate .....	25
5.2 Uso Consuntivo y Cultivo de Tomate.....	25
5.3 Propiedades Físicas del Suelo y su relación con el Riego. ....	26
5.4 La Fertilidad del Suelo y la Nutrición del Cultivo de Tomate .....	27
5.5 La Fertirrigación en Cultivo de Tomate.....	29
5.6 Aspectos Agronómicos generales del Cultivo de Tomate .....	30
5.7 Características de los Híbridos Pietro y Mateus evaluados en la investigación.....	32
5.8 Coeficiente de Utilización Biológica (CUB) .....	33
5.9 Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN).....	33
5.10 Diseño Estadístico en Franjas Divididas.....	34

6. Metodología .....	36
6.1 Área de Investigación .....	36
6.2 Obtención de los Híbridos Pietro y Mateus. ....	36
6.3 Programación de la Fertilización y Fertirrigación al Cultivo .....	37
6.4 Metodología de extracción y análisis de muestras Foliare y Raíz. ....	40
6.5 Calculo de láminas de riego aplicar de acuerdo a los coeficientes Kc. ....	40
6.6 Programación del Riego .....	46
6.7 Condiciones Climáticas dentro del Invernadero.....	48
6.8 Aplicación del diseño Estadístico Experimental .....	48
6.9 Distribución en campo del modelo en Franjas Divididas y Esquema del Sistema de Riego .....	51
6.10 Programación de Labores al Cultivo .....	53
6.10.1 Descripción de toma de variables Vegetativas y Productivas. ....	53
6.11 Determinación de la Eficiencia de Utilización de Nutriente (EUN) y el Coeficiente de utilización Biológica (CUB). ....	54
7. Resultados.....	56
7.1 Fase de establecimiento .....	56
7.1.1 Variables Fisiológicas Vegetativas .....	56
7.2 Fase de producción .....	58
7.2.1 Variables Fisiológicas Vegetativas .....	58
7.2.2 Variables de Producción.....	62
7.2.2.1 Numero de frutos .....	64
7.2.2.2 Peso por Unidad de Fruto.....	66

7.2.2.3 Peso de Frutos.....	67
7.2.2.4 Rendimiento de Peso por Área sobre la Unidad Experimental .....	70
7.3 Coeficiente de utilización biológica (CUB) .....	74
7.3.1 Coeficiente de utilización biológica (CUB), Foliar .....	74
7.3.2 Coeficiente de utilización biológica (CUB), Raiz.....	76
7.3.3 Los microelementos en el CUB .....	83
7.4 Eficiencia de utilización de nutrientes (EUN).....	84
8. Conclusiones .....	91
Referencias Bibliográficas.....	92
ANEXOS .....	105

## Lista de Figuras

- Figura 1. Curva de retención humedad y tensión osmótica con puntos de capacidad de campo y punto de marchites permanente, sobre la muestra de suelo del Invernadero Sena Granja Lope-Pasto.....44
- Figura 2. Esquema hidráulico y experimental del sistema de riego ..... 52



## Lista de Tablas

		<b>Pág.</b>
Tabla 1.	Concentración de nutrientes presentes en el tejido en cada etapa fenológica en la variedad de tomate Alboran bajo condiciones de invernadero.....	29
Tabla 2.	Características y Condiciones de establecimiento de la planta de Tomate <i>Solanum lycopersicum</i> L. híbrido tipo milano .....	31
Tabla 3.	Características de los Híbridos Pietro F1 y Mateus 7370, tomado de EDIFARM, 2016; Volmirin, et. al. 2014; SEMILLAS ARROYABE, 2015. ....	32
Tabla 4.	Resultados de análisis de suelos del área experimental en el invernadero del SENA LOPE en la ciudad de Pasto. La comparación de concentración de los elementos se toma de SCCS, 2001 y Guerrero, R., 1998.....	37
Tabla 5.	Distribución de la fertirrigación de acuerdo al tipo de fertilizante comercial a la mano durante el desarrollo del cultivo .....	39
Tabla 6.	Valores de relación entre Humedad y tensión osmótica del suelo propias de las muestras de suelo en el Invernadero SENA Lope-Pasto.....	43
Tabla 7.	Resultados de la prueba de bulbo húmedo al área de suelo del invernadero del Sena Lope .....	44
Tabla 8.	Distribución de Láminas y Volúmenes de Riego sobre los Tratamientos. ....	45
Tabla 9.	Volúmenes y tiempos de Riego aportados al cultivo en las diferentes fases de desarrollo ajustados al sistema de riego por goteo. ....	47
Tabla 10.	Relación Caudal y Presión de trabajo de la bomba del sistema de riego, Marca Pedrollo. ....	42

Tabla 11.	Conformación experimental de 6 tratamientos con 3 bloques, para un total de 18 Unidades experimentales. Siendo T: Tratamiento, P: Híbrido Pietro F1 y M: Híbrido Mateus 7370. ....	49
Tabla 12.	Método y periodo de recolección de muestras en la fase de Establecimiento y Producción, para las variables Vegetativas y Productivas .....	53
Tabla 13.	Cuadrados medios de las variables altura de planta y diámetro de tallo. Durante la fase de establecimiento 0 a 70 DDT.....	57
Tabla 14.	Cuadrados medios de las variables altura de planta, numero de flores, numero de frutos, numero de racimos y diámetro de tallo. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT.....	60
Tabla 15.	Cuadro de Comparación de Medias del efecto causado por híbridos en las variables altura de planta, numero de flores, numero de frutos, numero de racimos y diámetro de tallo. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT. ....	61
Tabla 16.	Cuadrados medios de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT .....	62
Tabla 17.	Cuadro de comparación de Medias de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.....	63
Tabla 18.	Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.....	75

Tabla 19.	Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase.....	75
Tabla 20.	Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la Raíz. Para los elementos nutricionales Ca, Mg, K y P. Durante la fase Producción 104 a 153 DDT.....	76
Tabla 21.	Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Raíz. Para los elementos nutricionales Ca, Mg, K y P. Durante la fase de.....	78
Tabla 22.	Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la Raíz. Para los elementos nutricionales Fe, Mn y Cu. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.....	78
Tabla 23.	Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la Raíz. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase .....	79
Tabla 24.	Cuadrados medios de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de .....	84
Tabla 25.	Cuadrados medios de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase.....	85
Tabla 26.	Cuadro de Comparación de Medias de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la ..	85

## Lista de Anexos

		<b>Pág.</b>
Anexo 1.	Tabla de Labores Realizadas en Campo durante todo el.....	106
Anexo 2.	Tabla de Cuadro de Comparación de Medias de las variables de las variables altura y diámetro. Durante la fase de establecimiento 0 a 70 DDT.....	107
Anexo 3.	Tabla Cuadro de Comparación de Medias de las variables altura de planta, numero de flores, numero de frutos, numero de racimos y diámetro de tallo. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT.....	107
Anexo 4.	Tabla Cuadro de comparación de Medias de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT.....	108
Anexo 5.	Tabla Cuadro de Comparación del Medias del coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.....	109
Anexo 6.	Tabla Cuadro de Comparación del Medias del coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.....	110
Anexo 7.	Tabla Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Raíz. Para los elementos nutricionales Ca, Mg, K y P. Durante la fase.....	111

Anexo 8.	Tabla Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Raíz. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase productiva 104 a 153 DDT. ....	111
Anexo 9.	Tabla Cuadro de Comparación de Medias de los de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.....	112
Anexo 10.	Tabla Cuadro de Comparación de Medias de las de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT. ....	113
Anexo 11.	Tabla Resultados de Aforo de inyección de bomba de fertilizante sobre sistema de riego por Goteo.....	113
Anexo 12.	Tabla Promedios de variable altura de planta en 0 a 71 DDT. ....	114
Anexo 13.	Tabla Promedio de Diámetro de Tallo de planta de 0 a 71 DDT.....	115
Anexo 14.	Tabla Promedios de variable de altura de Planta de 83 a 149 DDT.....	116
Anexo 15.	Tabla Promedios de variable de Número de Racimo por Planta de 83 a 149 DDT.....	117
Anexo 16.	Tabla Promedios de variable de Número de Flores por Planta de 83 a 149 DDT.....	118
Anexo 17.	Tabla Promedios de variable de Número de Frutos por Planta de 83 a 149 DDT.....	119
Anexo 18.	Tabla Promedios de variable de Diámetro tallo por Planta de 83 a 149 DDT.....	120
Anexo 19.	Tabla Promedios de variable de Número de Frutos cosechado por Planta.....	121
Anexo 20.	Tabla Promedios de variable de Diámetro ecuatorial de fruto por.....	122

Anexo 21.	Tabla. Promedios de variable Peso Promedio por unidad de Fruto de fruto en unidad experimental de 83 a 149 DDT .....	123
Anexo 22.	Tabla Promedios de variable Peso de frutos por las 4 plantas evaluadas en unidad de experimental de 83 a 149 DDT .....	124
Anexo 23.	Tabla Promedios de variable Peso de frutos por área evaluadas en la unidad de experimental de 83 a 149 DDT.....	125
Anexo 24.	Tabla. Valores de Coeficiente de Utilización Biológica (CUB) en las unidades experimentales para sistema Foliar de 83 a 149 DDT.....	126
Anexo 25.	Tabla Valores de Coeficiente de Utilización Biológica (CUB) en las unidades experimentales para sistema Radicular de 83 a 149 DDT .....	127
Anexo 26.	Tabla Valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN) en las unidades experimentales para las plantas de 83 a 149 DDT.....	127
Anexo 27.	Salidas de Anova y medias para la variable de altura .....	129
Anexo 28.	Salidas de anova y comparación de medias para la variable .....	131
Anexo 29.	Salidas de Anova y comparación de medias para la.....	132
Anexo 30.	Salidas de anova y comparación de medias para la.....	133
Anexo 31.	Salidas de anova y comparación de medias para la variable de diámetro de tallo de planta .....	134
Anexo 32.	Salida de rendimiento de peso de frutos por área en la unidad experimental. ....	136
Anexo 33.	Salida de rendimiento de peso sobre las 4 plantas evaluadas .....	137
Anexo 34.	Salida de número de frutos sobre las 4 plantas evaluadas en cada unidad experimental.....	138

Anexo 35. Salida de diámetro de unidad de fruto promedio evaluada en cada unidad experimental..... 139

Anexo 36. Peso por unidad de fruto evaluada en cada unidad experimental..... 140

**INDICE DE PALABRAS**

<b>CUB</b>	Coeficiente de Utilización Biológica
<b>EUN</b>	Eficiencia de Utilización de Nutrientes
<b>Kc</b>	Coeficiente de Cultivo
<b>ETc</b>	Evapotranspiración
<b>ETreal</b>	Evapotranspiración real
<b>DMS</b>	Diferencia Mínima Significativa
<b>LSD</b>	Least Significant Difference
<b>DDT</b>	Días después de trasplante

## RESUMEN

La investigación evaluó dos híbridos de tomate Pietro F1 y Mateus (7370), atendiendo los aspectos relacionados con la fertirrigación y la nutrición haciendo uso de los coeficiente de utilización biológica (CUB) y Eficiencia de utilización nutrientes (EUN). El trabajo se llevó a en tres fases de desarrollo del cultivo: establecimiento, floración y llenado de frutos. A partir de estas fases se determinó dos épocas de aplicación de cantidades de lámina de agua, calculados bajo los coeficientes determinados en: fase de establecimiento:  $Kc1=0.1$ ,  $Kc2=0.2$ ,  $Kc=0.3$  y Floración - Llenado  $Kc1=0.6$ ,  $Kc2=0.8$ ,  $Kc3=1.1$ . El manejo nutricional del cultivo se realizó así: 60% de fertilización edáfica y 40 % de fertirrigación, distribuida de acuerdo al porcentaje de desarrollo del cultivo. Los tratamientos se desarrollaron en base a un diseño en Franjas divididas, evaluando la comparación de medias entre tratamientos usando LSD (Least Significant Difference) de Fisher (Little, M., y Hills, J., 1976). Esta investigación se desarrolló en la granja Lope del Centro de Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), ubicado al sur-oeste de la ciudad de Pasto a una altura de 2.527 m.s.n.m, en un invernadero con una área total de 342 m<sup>2</sup>. La investigación permitió verificar mayor capacidad de producción de tomate con Pietro aplicando coeficiente de  $Kc=1.1$  en la etapa de producción, con valores en promedio de 10.1 Kg/m<sup>2</sup>; por el contrario Mateus resulto con mejor producción, aplicando coeficiente de  $Kc=0.6$ , con valores de 7.95 Kg/m<sup>2</sup>. Adicionalmente, se verificó los efectos de Coeficiente de utilización Biológica (CUB) y Eficiencia de utilización de Nutrientes (EUN), siendo Ca, P y K los mayormente afectados por la aplicación de láminas programadas con Kc, obteniéndose valores de CUB en raíces de 163.4 kg/kg bajo Ca con coeficiente de  $Kc=0.8$  y para P con 241.1 kg/kg bajo coeficiente de  $Kc=0.8$  y de EUN del orden de 3.98 kg/kg para K y 0.96 kg/kg para P. En el



efecto causado por los híbridos hubo diferencias en el CUB presentando mayores valores en Mateus con 160.52 kg/kg bajo Ca y Pietro con 244.81 kg/kg bajo P.

## ABSTRACT

The research evaluated two tomato hybrids Pietro F1 and Mateus (7370), addressing aspects related to fertigation and nutrition using the coefficient of biological utilization (CUB) and Nutrient Utilization Efficiency (EUN). The work was carried out in three phases of crop development: establishment, flowering and fruit filling. From these phases, two periods of application of water sheet quantities were determined, calculated under the coefficients determined in: establishment phase:  $Kc1 = 0.1$ ,  $Kc2 = 0.2$ ,  $Kc = 0.3$  and Flowering - Filling  $Kc1 = 0.6$ ,  $Kc2 = 0.8$ ,  $Kc3 = 1.1$ . The nutritional management of the crop was carried out as follows: 60% of edaphic fertilization and 40% of fertigation, distributed according to the percentage of crop development. The treatments were developed based on a divided strip design, evaluating the comparison of means between treatments using LSD (Least Significant Difference) by Fisher (Little, M., and Hills, J., 1976). This research was developed in the Lope farm of the National Service Learning Center (SENA), located south-west of the city of Pasto at a height of 2,527 m.s.n.m, in a greenhouse with a total area of 342 m<sup>2</sup>. The investigation allowed to verify greater capacity of production of tomato with Pietro applying coefficient of  $Kc = 1.1$  in the stage of production, with values in average of 10.1 Kg / m<sup>2</sup>; on the contrary, Mateus resulted with better production, applying coefficient of  $Kc = 0.6$ , with values of 7.95 Kg / m<sup>2</sup>. Additionally, the effects of Biological Utilization Coefficient (CUB) and Nutrient Utilization Efficiency (EUN) were verified, with Ca, P and K being the most affected by the application of sheets programmed with Kc, obtaining values of CUB in roots of 163.4 kg / kg under Ca with coefficient of  $Kc = 0.8$  and for P with 241.1 kg / kg under coefficient of  $Kc = 0.8$  and EUN of the order of 3.98 kg / kg for K and 0.96 kg / kg for P. In the effect caused by hybrids there were differences in the CUB

presenting higher values in Mateus with 160.52 kg / kg under Ca and Pietro with 244.81 kg / kg under P.

## INTRODUCCIÓN

Los principales factores a controlar en la producción de cultivos, son: el aporte hídrico eficiente, el aporte nutricional y la evaluación de variedades mejoradas (Jaramillo et. al., 2007). Debido al actual tema del Cambio Climático donde se hace necesario crear soluciones de adaptación; disminuir la contaminación causado por agroquímicos y producir cultivos de mejor adaptación a estos últimos efectos, con mejoras en su calidad genética y de adecuado rendimiento (Allen, 2006 y Jaramillo et. al., 2007). La metodología más usada para control de uso hídrico en los cultivos son los coeficientes Kc en las diferentes etapas de desarrollo de la planta (Jaramillo et. al., 2007). Esta metodología en el departamento de Nariño no es aplicada por los agricultores en su habitual trabajo de producción agrícola (Ministerio de Trabajo, 2011); aplicando un exceso o deficiencia en el normal suministro hídrico al cultivo. Este mismo hecho, produce excesos de suministro de fertilizaciones, donde no se realiza un adecuado programa de acuerdo a la cantidad necesaria, el estado de desarrollo de la planta y de acuerdo a la variedad a sembrar.

En consecuencia el estudio conlleva a evaluar y adaptar las metodologías de cálculo programado de riego por goteo; cálculo y programación de la fertirrigación; además de los índices CUB y EUN, técnicas que ayudan a regular el adecuado aporte de la fertirrigación en general de los cultivos, siendo el caso del estudio; los híbridos de tomate Pietro F1 y Mateus (7370), evaluando la respuesta fisiológica y producción de número de flores, diámetro de tallo, número de frutos sin cosechar, altura de planta y rendimiento, aplicando tres diferentes láminas de agua calculados bajo los coeficientes Kc en fase de establecimiento:  $Kc1=0.1$ ,  $Kc2=0.2$ ,  $Kc=0.3$  y fase de producción  $Kc1=0.6$ ,  $Kc2=0.8$ ,  $Kc3=1.1$ .

### **Planteamiento del problema**

En el departamento de Nariño la mayor producción de tomate *Solanum Lycopersicon L.*, corresponde a 40 t/h en 20,2 % del área total cultivada hasta el año 2013 (Agronet, 2013), sin embargo los manejos de aplicación de riego y nutrición son ineficientes, debido que no se llevan a cabo procesos de balances y análisis sobre estas labores que controlen su uso continuamente. Esto conlleva a obtener desbalances en el rendimiento, total producido y desequilibrio económico y ambiental. Donde de acuerdo con Dane (2014), el exceso de fertilización y en otros casos la carencias de fertilización, generan producciones por debajo de las 40 t/h que normalmente se produce en Nariño, además de provocar exceso de sobre costo de fertilización y cargas de salinidad al suelo. Adicionalmente dentro del ejercicio de producción no se hace uso de los coeficientes de gasto hídrico (Kc) para cultivo de tomate y su relación con la aplicación de fertirriego en las fases de crecimiento. Además se desconoce la cuantificación de producción de los híbridos Pietro F1 y Mateus (7370).

## 2. Justificación

La producción actual de tomate a nivel mundial es de aproximadamente 177 millones de toneladas de fruto fresco, en alrededor de 4.4 millones de hectáreas. El tomate es el segundo cultivo hortícola más valioso después de la papa (FAO, 2006). Según Agronegocios, 2018 en Colombia en el año 2018 se cultivaron 15.54 hectáreas, que produjeron 632.268 toneladas de tomate de mesa, con rendimientos promedios de 40,7 toneladas por hectárea cada semestre. El departamento Nariño ocupó el séptimo lugar de producción en el país, con un área total de 198,5 ha (Agronet, 2013). En ese sentido la presente investigación pretende aportar a la solución de uno de los problemas actuales en Nariño, sobre la carencia en cultivares de tomate para la producción del cultivo que garantice alta productividad, competitividad, sostenibilidad en el sistema de cultivo. La siguiente investigación tiene igualmente como propósito aportar al conocimiento sobre la aplicación de la metodología de programación de riego por goteo, la programación balanceada de fertirrigación, la aplicación de los índices CUB y EUN, dado que son metodologías nuevas que integran la evaluación de respuesta de cultivos a la nutrición de cultivos. Lo anterior igualmente permite aportar al ahorro y balance hídrico en un cultivo tomate y control de lixiviación de excesos de fertilizantes al medio ambiente.

### **3. Planteamiento de hipótesis**

#### **3.1 Hipótesis Nula**

El Híbrido Pietro F1 y el Híbrido Mateus 7370, presentan igual respuesta fisiológica y productiva, bajo diferentes láminas de agua con fertirriego, en las fases de Establecimiento y Producción, bajo invernadero.

#### **3.2 Hipótesis Alterna**

El Híbrido Pietro F1 y el Híbrido Mateus 7370, presentan respuesta diferencial en términos fisiológicos y de producción, a la aplicación diferentes láminas de agua con fertirriego en las fases de Establecimiento y Producción; bajo invernadero.

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

Contribuir al manejo eficiente y oportuno del agua en conjunto con la fertirrigación del cultivo de tomate a nivel de invernadero.

### 4.2 Objetivos específicos

- Evaluar el desarrollo vegetal y la producción de los Híbridos *Pietro F1* y *Mateus (7370)*.
- Hallar los volúmenes hídricos bajo los coeficientes  $K_c$  apropiados, en las fases de Establecimiento y Producción de desarrollo del cultivo.
- Evaluar los Índices de CUB y EUN en los dos Híbridos bajo los coeficientes  $K_c$  apropiados



## **5. Marco Teórico**

### **5.1 Generalidades del Riego en la planta de Tomate**

El control del riego en las plantas es de gran importancia, porque resuelve los tres aspectos más importantes: cantidad, frecuencia y periodo de riego. Estos tres aspectos se manejan haciendo uso del coeficiente de utilización del riego específico  $K_c$  del propio cultivo, de la evaporación y además del conocimiento del tipo del suelo en la zona a cultivar (Sánchez, 2001). Lo anterior se estructura y compila bajo la metodología de balance hídrico, calculando la lámina de agua y variación en el tiempo (Tafur, 2005). El coeficiente de cultivo  $K_c$  se define como el valor con el cual se integra los efectos combinados de la evaporación del suelo, la evapotranspiración de la planta, las características intrínsecas del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo (Allen et al, 2006).

### **5.2 Uso Consuntivo y Cultivo de Tomate**

La variación del coeficiente del cultivo  $K_c$ , es expresado teniendo en cuenta los cambios en las etapas de desarrollo y el grado de cobertura del suelo. Así esta variación se representa por la curva del coeficiente del cultivo, la cual se conforma con tres valores de  $K_c$  correspondientes a la etapa de crecimiento ( $K_c$  crecimiento), etapa de floración ( $K_c$  floración) y etapa de producción ( $K_c$  producción) (Allen et al., 2006). Estudios realizados por la FAO (FAO, 2006), los periodos promedios de fase de desarrollo en cultivo de tomate son: 35 (Fase crecimiento), 40 (Fase floración), 50 (Fase media), 30 (Fase producción), días después del trasplante (DDT). En el Centro de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, en un estudio realizado por Cardona (2011) determino los coeficientes de cultivo  $K_c$  óptimos para Tomate de variedad UNAPAL Maravilla. Los mejores resultados en producción y desarrollo fisiológico se

obtuvieron a partir de los tratamientos llevados a cabo con un coeficiente constante de  $K_c=1.3$  y la combinación de  $K_c = (0.4, 0.7, 1.0 \text{ y } 1.3)$ , en comparación de los tratamientos con coeficientes constantes aplicados individualmente de  $K_c=0.4$ ,  $K_c=0.7$  y  $K_c=1.0$ , donde se obtuvieron las menores cantidades de producción y desarrollo de cultivo. Para la zona templada como ejemplo en cultivo de papa por su parte, Doorenbos y Pruitt (2005) reportan referencialmente los siguientes valores de coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) para el cultivo de papa: estados iniciales de 0,4 a 0,5; desarrollo vegetativo de 0,7 a 0,8; estado medio de desarrollo de 1,05 a 1,2; estado tardío de desarrollo de 0,85 a 0,95; estado de maduración de 0,7 a 0,75. Jerez et al., (1998), utilizando riego por aspersión, reportan los siguientes valores de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para papa por mes: octubre 0,25; noviembre 0,41; diciembre 0,7; enero 0,77; febrero 0,74 y marzo 0,59.

### **5.3 Propiedades Físicas del Suelo y su relación con el Riego.**

Las propiedades físicas del suelo son importantes al calcular la lámina de agua aplicar, controlar y programar el balance hídrico del riego del cultivo deseado, de acuerdo al tipo de suelo en la zona a sembrar. Las variables de suelo a usar para determinar la lámina de riego de acuerdo con Tafur (2005) son: textura; densidad aparente; profundidad efectiva del suelo para el tipo de cultivo; valores limitantes de capacidad de campo (CC) y punto de marchites permanente (PMP), extraídos de la curva de humedad y tensión por membrana de Richards propias del suelo de la zona a intervenir. Estas variables se hallan mediante las metodologías descritas por Malagon y Montenegro (Montenegro et al., 1990). Cabe describir que la curva de tensión de humedad es un gráfico donde se relaciona la humedad del suelo y las tensiones relacionadas a esas mismas humedades, donde la curva puede variar de acuerdo al tipo de suelo y sus propiedades físicas intrínsecas (Calvache 2002). De acuerdo a (IGAC 2004; Corponariño y

Udenar, 2007), el tipo de suelo predominante en la zona donde se desarrolla el trabajo son suelos Vitric Haplustands, son suelos de clima frío húmedo a muy húmedo, relieve de mesetas, constituidos por mantos de cenizas volcánicas sobre tobas de cenizas y andesitas, moderadamente profundos, texturas medias a moderadamente finas, franco arcillosos a franco arenosos, altos en materia orgánica, fertilidad alta, fuertemente ácidos.

#### **5.4 La Fertilidad del Suelo y la Nutrición del Cultivo de Tomate**

La fertilidad del cultivo de tomate es importante tenerla en consideración de acuerdo a las etapas fenológica del cultivo para planificar su fertilización; ya que la tasa de absorción de nutrientes por el cultivo, e incluso para cada órgano en particular varía en función del tiempo (Bertsch, 2003). La eficiencia agronómica y la curva de recuperación relativa de los elementos nutricionales en la plantas permiten conocer con qué cantidad, el cultivo alcanza su máxima producción y el porcentaje de ese elemento que es absorbido por las plantas (Janssen, 1998). En la Tabla 1 han encontrado diferentes valores de parámetros de eficiencia agronómica y recuperación relativa de diferentes nutrientes, los cuales dependen del tipo de cultivo, características edafoclimáticas, así como de las condiciones en las que se desarrollen las plantas. Debe tenerse en cuenta la eficiencia de utilización de los fertilizantes, sobre todo los nitrogenados (15 a 20%) se debe fundamentalmente a pérdidas por procesos, como: volatilización, lixiviación y desnitrificación (Janssen, 1998). Sin embargo, cuando se emplea la tecnología de fertirriego, las pérdidas disminuyen de manera significativa, debido a la frecuencia de aplicación de N, P y K, evitando su permanencia en el suelo o substrato (Torres, 1999).

La concentración de los nutrientes en la planta de tomate varía dependiendo de la función del nutriente, la etapa fenológica y el órgano. Es muy importante tener esto claro para construir un programa de fertilización integral. Así el N en etapa de cosecha, seguida por la etapa de crecimiento vegetativo es donde presenta su concentración más alta, debido que este nutriente es fundamental para la formación de follaje y crecimiento de la planta. El P presenta su mayor concentración en la etapa de plántula, donde juega un papel fundamental en el enraizamiento de la planta, también participa en la etapa de maduración; el K tiene su máxima concentración en plántula, donde contribuye a la elongación de las células, luego disminuye en las etapas de crecimiento y floración, para luego aumentar y mantener la misma concentración en las etapas de cosecha y maduración, donde ayuda a la translocación de carbohidratos a los frutos (Meléndez y Molina, 2003). En un estudio realizado por Saravia (2004), muestra curvas de nutrientes, describiendo lo siguiente: el Ca aumenta en el porcentaje de concentración, siendo el más alto en la etapa de cosecha, donde contribuye a mantener la división celular y el llenado de frutos; el Mg al contrario, disminuye en cada etapa, siendo su máxima concentración en la etapa de plántula donde contribuye a dar pigmentación verde a las hojas y también participa en procesos fotosintéticos de la planta. Los micronutrientes Cu y B presentan sus máximas concentraciones en las etapas de plántula, cosecha y maduración, donde el B contribuye a la translocación de azúcares a los frutos; el Fe en cambio en las etapas de cosecha y maduración; el Mn presenta su mayor concentración en las etapas de cosecha y plántula. La Tabla 1, describe la concentración de nutrientes en diferentes etapas del cultivo de tomate.

**Tabla 1****Requerimientos de Nutrientes para tomate en general.**

Absorción Total (kg/t)												Fuente
pH	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
5,5-7,0	2.8	0.4	4.5	2.8	0.7	0.9	0.0008	0.00225	0.06	0.0175	0.0025	Bertsh F. (2003)
5,8-6,5	0.12	0.03	0.13	0.09	0.05	0.11	0.0004	0.0026	0.0039	0.0028	0.0008	Fedearroz (2000)
5,5-6,5	0.17	0.07	0.26	0.67	0.14	0.02	0.0007	0.0033	0.0444	0.0111	0.0033	CCB (2015)

**Tabla 2****Concentración de nutrientes presentes en el tejido en cada etapa fenológica en la variedad de tomate Alboran bajo condiciones de invernadero.**

Etapa	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	%						ppm				
Plántula	4.9	1.0	5.3	1.1	0.5	0.4	46	133	608	106	69
Crecimiento	5.3	0.9	4.2	1.3	0.3	0.4	27	192	361	107	27
Floración	3.3	0.8	2.8	1.3	0.3	0.3	19	194	395	173	26
C* (R*, T*, H*, P*)	2.5	0.5	2.3	1.3	0.3	0.40	12	153	284	128	25
C (Fruto)	2.0	0.1	1.8	0.1	0.1	0.13	7	77	35	41	13
M <sup>c</sup> (R, T, P)	2.1	0.4	1.3	1.3	0.3	0.34	130	304	316	131	38
M (H)	2.5	0.5	0.9	3.6	0.4	0.73	248	196	506	50	54
M (Fruto)	1.5	0.4	2.0	0.1	0.1	0.10	8	26	27	17	12

C: cosecha, R: raíz, T: tallo, P: pecíolo, H: hoja, M: Maduración.

Fuente. Saravia (2004).

## 5.5 La Fertirrigación en Cultivo de Tomate

De acuerdo a la definición dada por (Khan et al., 1997) el riego localizado de alta frecuencia está dentro de la clasificación de riegos aplicados de forma dirigida y localizada hacia la zona de aprovechamiento radical de los cultivos. Así el objetivo es cumplir con la cantidad de riego necesario en bajas dosis con el fin de humedecer el área o volumen efectivo ocupado por las raíces del tipo de planta. Además de esto la importancia del riego localizado radica en su

aplicación de forma exacta bajo la programación de las frecuencias, periodos y momentos de riego (Cadahía, 2005).

Las soluciones concentradas de fertilizantes pueden ser inyectadas a un sistema de riego mediante la selección de un equipo apropiado en una amplia gamma disponible en el mercado, tales equipos pueden ser: bombas de inyección válvulas, controles de tiempo, computadoras, fuentes de potencia, tanques presurizados, venturis, medidores de caudal, y válvulas de aspiración (Khan et al., 1997). Así el modo la fertirrigación se define como la fertilización de la planta por medio líquido, donde el fertilizante es preparado y suministrado a la planta por medio de una solución, constituido por un solvente y uno o varios solutos en proporciones variables, distribuidos con un tamaño molecular o iónico. Por tanto las soluciones de los fertilizantes tienen como solvente el agua y los solutos pueden ser gases (amoníaco), líquidos (ácido fosfórico, nítrico, sulfúrico) o solidos (sales, urea, etc.) (Khan et al., 1997 y Cadahía, 2005). Ramirez (2013), citado en Dogliotti (2002), aplico riego por goteo utilizando cinta autocompensada Netafim (Netafim, 2017), con caudal de 1.6 l/h cada 0.30 m entre plantas, repartido en intervalos constantes cada tres días conforme fase vegetativa inicial y cada día luego de la floración proporcionando 1.5 litros de agua al día en cultivo de Tomate.

## **5.6 Aspectos Agronómicos generales del Cultivo de Tomate**

En la siguiente

Tabla 2 se resume las principales características de la planta de tomate *Solanum lycopersicum* L. Las características se toman de diferentes autores referenciados en cada descripción.

Tabla 3

**Características y Condiciones de establecimiento de la planta de Tomate *Solanum******lycopersicum L. híbrido tipo milano***

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Tipo de planta</b>	Especie <i>Solanum lycopersicum L.</i> Híbrido Tipo Milano. Son tomates de tamaño grande los cuales son muy apetecidos para mesa.
<b>Tipo de Crecimiento</b>	Indeterminado, Pueden crecer indefinidamente alcanzando longitudes mayores a 5 metros. Puede ser anual o perenne (Escobar y Lee, 2009).
<b>Características del Tallo</b>	Está conformado por epidermis, que contiene pelos glandulares, corteza, cilindro vascular (xilema) y tejido medular. Generalmente mide entre 2 y 4 cm de grosor en la base de la planta y es más delgado en la parte superior (Escobar y Lee, 2009).
<b>Característica de las Hojas</b>	Las hojas del tomate son imparapinadas, compuestas por folíolos alternos e impares que terminan en un folíolo individual en su parte apical. Por un racimo floral forma tres o cuatro hojas y luego un nuevo racimo floral. A partir de ahí el proceso se vuelve repetitivo, donde a partir de la inflorescencia surge una yema que desarrolla nuevamente 3 o 4 hojas y un nuevo racimo floral (Escobar y Lee, 2009).
<b>Tipo de Florescencia</b>	La flor del tomate es perfecta, con órganos femeninos y masculinos funcionales. Una planta de crecimiento indeterminado puede producir 20 o más inflorescencias sucesivas durante un ciclo de cultivo, bajo condiciones de invernadero (Escobar y Lee, 2009).
<b>Frutos</b>	El fruto del tomate está constituido por un 94-95% de agua. El restante 5-6% es una mezcla de constituyentes orgánicos, los cuales dan al fruto su sabor característico y su textura. El fruto tarda de 60 a 70 días desde la antesis (cuajamiento) hasta el momento de la cosecha. Numero de frutos por planta 15 - 30 frutos/planta; calibre intermedio de fruto de 8 a mayor a 90 m.m; 100 a 250 g. de peso; pueden generarse de 5 a 6 frutos en cada racimos (Escobar y Lee, 2009).
<b>CONDICIONES DE ESTABLECIMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Humedad</b>	El rango óptimo es de 60 a 70 %. Humedades muy altas favorecen el desarrollo y la proliferación de enfermedades principalmente ocasionadas por hongos. Cuando es más baja el polen se seca, reduciendo la polinización y la fecundación de las flores (Tjalling, 2006).
<b>Temperatura</b>	El rango optimo esta entre 16 y 20 °C para el periodo nocturno, y 22 a 30 °C para el diurno (Tjalling, 2006).
<b>Alturas</b>	900 - 1800 m.s.n.m. (Tjalling, 2006).
<b>Horas Luz</b>	Mínimo 6 horas, óptimos 8 a 16 horas diarias. (Tjalling, 2006).
<b>Tipo de Suelo</b>	Los suelos de textura franca o franco - arcillosa, con pH entre 6.5-7.9 y alta capacidad de intercambio catiónico. No se recomienda la siembra en suelos pesados, con alto nivel freático y tendencia al encharcamiento o zonas de

	ambiente húmedo con Temperaturas altas en el día y bajas en la noche. Suelos sueltos, con buena capacidad de drenaje pero a su vez adecuada retención de humedad son ideales para el cultivo del tomate (Arjona, 2002).
<b>Densidades de Planta</b>	Pueden trasplantarse a una distancia entre ellas (25 - 30 cm). Con ramificaciones de dos o cuatro tallos deben distanciarse a 40 - 60 cm. Las separaciones entre surcos sencillos varían entre 1.2 m a 1.7 m. La densidad efectiva en invernadero puede ser de 25.000 planta/ha (Arjona, 2002).

### 5.7 Características de los híbridos Pietro y Mateus evaluados en la investigación.

A continuación en la Tabla 3, se presentan los híbridos utilizados en el presente estudio:

**Tabla 4**

**Características de los Híbridos Pietro F1 y Mateus 7370, tomado de Edifarm, (2016); Semillas Arroyabe, (2015).**

<b>TIPO DE HÍBRIDO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
<b>Pietro F1</b>	Híbrido de tomate larga vida, ligeramente redondeado grueso, firme, Fruto grande. Planta de crecimiento indeterminado, con gran adaptabilidad. Planta vigorosa con buena cobertura foliar y entrenudos cortos. Racimos uniformes de 5 a 7 frutos, mantienen gran calibre hasta el último racimo. Frutos de color rojo y de calibre grande 230-250 g. se adapta bien a campo abierto e invernadero. Tolerancias: TA: ToMV (virus del mosaico) / Verticilium / Fusarium oxysporum lycopersici 1,2 - TI: Stemphylium sp y Nematodos
<b>Mateus (7370)</b>	Híbrido indeterminado, frutos calibre de 250-300 g. Cosecha a 90 días después de trasplante, dependiendo del Clima específico, cosecha entre 10 a 12 semanas. Planta con entrenudos cortos, buen comportamiento dentro de invernaderos. Se recomienda manejar a un solo eje 1,20 x 0,35 m. Preferible sembrar en climas templados a cálidos. Presenta alta tolerancia al Verticilium wilt, Verticilium dahliae, Marchites por Verticilium; Fusarium Oxisporum f.sp. lycopersici raza 1 y 2, TMV Virus del Mosaico del Tabaco, Spotted Wilt comúnmente llamado peste negra, Tomate yellow leaf Curl (virus de la cucaracha), Virus del torrado del tomate, Nematodos



## 5.8 Coeficiente de Utilización Biológica (CUB)

A través del CUB puede calcularse la eficiencia nutricional de la planta. El valor del CUB expresa la absorción nutricional localizada en un órgano dentro de la planta en relación a su productividad (Mendes, 2006). Freire (2004) define CUB a través del cálculo de la eficiencia nutricional de la planta, expresándose por kg de materia seca producida por nutriente por kg de nutriente acumulado. Según Freire (2004) los valores de CUB son influenciados por factores edafoclimáticos, biológicos y de manejo, pudiéndose afirmar, en general, que para una misma productividad, plantas con valor de CUB más alto de determinado nutriente son más eficientes que plantas con valor de CUB más bajo. No existe un rango específico en el cual se evalué el CUB, debido que es un tema reciente; se sugiere proponer investigaciones donde determinen rangos de valores para diferentes cultivos sometidos a diferentes condiciones. Los valores de CUB son expresados en kg kg<sup>-1</sup> e indican la producción de materia seca por unidad de nutriente acumulada, representando en la práctica una medida eficiencia de planta en convertir nutriente absorbido en materia seca (Barros *et al.*, 1986). Santos et al. (2008) estimó que el requerimiento de nutrientes varía con la productividad esperada de granos, con las características del suelo y con la tasa de recuperación por la planta del nutriente aplicado al suelo.

$$CUB = \frac{[Peso\ producido\ de\ Biomasa\ Seca\ (Kg)]}{[Concentracion\ de\ Nutriente\ acumulado\ en\ la\ Biomasa\ (Kg)]} \quad [Ecuación\ 1]$$

## 5.9 Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN)

Dibb (2000) define la Eficiencia de Uso de Nutrientes como un elemento que permite la optimización como parte del sistema total de producción y esto a su vez maximiza la Eficiencia de Uso de la Tierra y el retorno económico a los insumos utilizados, mientras que al mismo

tiempo se protege el ambiente. Dobermann (2007) definen la eficiencia de recuperación como los Kg de incremento en absorción sobre los Kg de nutriente aplicado. Garnier y Aronson (1998) explica sus numerosas formulaciones e interpretaciones. La forma utilizada en el presente estudio y la más sencilla de calcular de acuerdo con Grahmann et al., (2013), es como se ve expresa en la siguiente formula. Se aclara que no existe hasta el momento un rango definido para cada cultivo y ajustado a diferentes condiciones, lo cual implica que deben proponerse investigaciones para ajustar valores a niveles de determinación que aclaren su mayor comprensión y utilidad.

$$EUN = \frac{\text{(Cantidad en Peso Nutriente absorbido por la planta)}}{\text{(Cantidad en Peso del elemento aplicado)}} \quad [\text{Ecuación 2}]$$

### 5.10 Diseño de Franjas Divididas o Parcelas en Franjas

Es un diseño estadístico factorial, variante del diseño de parcelas divididas, donde los niveles del factor B (1<sup>er</sup> tratamiento que se desea analizar), se aplican en franjas a lo largo de un bloque completo de parcelas de factor A (2<sup>do</sup> tratamiento que se desea analizar). Las parcelas del factor B pueden estar en franjas a lo largo de una hilera o columna completa. Las ventajas del diseño son la facilidad de las operaciones físicas y la posibilidad de una mayor precisión en la estimación de la interacción entre los factores A x B. Sus desventajas son la pérdida de precisión en la determinación de los efectos del factor B (Little y Hills, 1976).

El método de Comparación de medias utilizado fue LSD (Least Significant Difference) de Fisher. Este método de comparación de medias acepta como significativas diferencias que no lo

son (situación no conservadora), o puede aceptar menos diferencias significativas de las que realmente existan (situación conservadora). Cramer y Swanson (1973), realizaron estudios de simulación concluyendo que el procedimiento LSD de Fisher es una prueba muy eficiente para detectar diferencias entre las medias, si se aplica después que la prueba F del análisis de la varianza, resultando significativa al 5 %.

## **Metodología**

### **6.1 Área de Investigación**

La investigación se llevó a cabo dentro del invernadero del SENA, en la granja experimental Lope en el sur-oeste de la ciudad de Pasto del departamento de Nariño en Colombia, a 2.527 m.s.n.m., sobre un área de 342 m<sup>2</sup>, la temperatura ambiental promedio exterior al invernadero es 12 °C y su evapotranspiración promedio de 2.5 mm/día. Los suelos de esta zona de acuerdo a lo argumentado por IGAC (2004); Corponariño y Udenar (2007), es un suelo, Vitric Haplustands, caracterizados por pertenecer un clima frio húmedo, relieve de mesetas, constituidos por cenizas volcánicas, de textura Franco – Arcillosos, pH ácidos con altos contenidos de materia orgánica. Sin embargo, se realizó un análisis de variable físico – químico dentro del invernadero mostrado en la tabla 4, para corroborar la clase de suelo y las condiciones iniciales.

### **6.2 Selección de los Híbridos de tomate Pietro y Mateus.**

El experimento utilizó los Híbridos de plantas de tomate: Pietro F1 y Mateus 7370 (Edifarm (2016); Semillas Arroyabe (2015)). Estos materiales fueron escogidos por el Sena para su evaluación. Las plántulas germinadas de Pietro F1 fueron obtenidas de un productor certificado, comprándose para trasplante con un mes de germinación. Las plántulas híbridas Mateus (7370) fueron obtenidas a partir de la germinación in situ propiamente dentro del invernadero, durante un mes, bajo condiciones reguladas, con Humedad relativa de 80%, temperatura promedio 30 °C en el día y en la noche de 15°C, riego de 5 minutos en la mañana y en la noche.

### 6.3 Análisis de Suelo, Fertilización y Fertirriego

En la Tabla 5 se muestra las propiedades físicas de textura, densidad aparente, propiedades químicas halladas en los elementos nutricionales contenidos en el suelo del área de estudio, curva de retención de humedad (Tabla 9), prueba de bulbo húmedo (Tabla 10).

**Tabla 5**

*Resultados de análisis de suelos del área experimental en el invernadero del Sena Lope en la ciudad de Pasto. La comparación de concentración de los elementos se toma de Clavijo J. et al. (2001) y Guerrero (1998).*

<b>RESULTADOS ANALISIS DE SUELO (INVERNADERO SENA)</b>			
<b>Fecha</b>		15/04/2015	
<b>Cultivo</b>		Híbridos de Tomate	
<b>Propietario</b>		SENA	
<b>Departamento</b>		Nariño	
<b>Municipio</b>		Pasto	
<b>Lugar</b>		Invernadero Sena Lope	
<b>Textura</b>	<b>Arenas %</b>	42	Franco
	<b>Arcillas %</b>	20	
	<b>Limos %</b>	38	
<b>Densidad Aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>		0.90	Liviano
<b>ph</b>		6.80	Neutro
<b>Carbono Orgánico (%)</b>		2.27	
<b>Materia Orgánica (%)</b>		3.91	Medio
<b>Nitrógeno asimilable (g/kg)</b>			Medio
<b>Fosforo (g/kg)</b>		168.62	Alto
<b>Potasio (g/Kg)</b>		96.72	Alto
<b>Calcio (g/Kg)</b>		85.50	Alto
<b>Magnesio (g/Kg)</b>		20.10	Alto
<b>Azufre (g/Kg)</b>		1.63	Bajo
<b>Cobre (ppm)</b>		1.36	Medio
<b>Hierro (ppm)</b>		63.24	Alto
<b>Zinc (ppm)</b>		1.06	Bajo
<b>Manganeso (ppm)</b>		5.38	Medio
<b>Boro (ppm)</b>		0.79	Alto

Resultados físicos y concentración de elementos nutricionales en el suelo obtenidos a partir de las metodologías descritas por Delgado y Chaves (2015)

Los resultados de análisis del suelo permitieron comparar el suelo dentro del invernadero y el suelo clasificado como Vitric Haplustands, exterior al invernadero, encontrando diferencias que deben tenerse en cuenta al desarrollar el trabajo experimental, además de desarrollar la programación de la fertilización y fertirrigación en las etapas de establecimiento y producción del cultivo. Para el cálculo de la fertilización se utilizó la metodología de balance de elementos en el suelo tomado de Guerrero (1987) y citado por Burbano y Silva (2013). A pesar del alto contenido de nutrientes en el área experimental, se programó una cantidad de fertilizante de macroelementos como criterio de prevención, asignándose al cultivo la fertilización de 60% (3.15 Kg) de fertilización en forma edáfica con 10-20-20 como inicio para la fase vegetativa y el 40% (4.8 Kg) restante por vía de fertirrigación con Irricol (producto comercial), este último distribuido en todo el desarrollo del cultivo, bajo los valores teóricos de porcentaje de crecimiento, estimación de producción de tonelada demandada por N, P, K, Ca, Mg y S, mostrada en la Tabla 1, desarrollo en las fases de crecimiento, floración y producción, tomados de Tjalling, (2006) y expuestos en la Tabla 5. La programación de la fertilización y fertirrigación a través de todo el desarrollo del cultivo se muestra en la **Error! Reference source not found.** El fertilizante usado para la fertirrigación es Irricol flores y furos 5-10-43 + microelementos, el cual tiene una solubilidad de 21,95 g /100 ml a 20 °C. Los fertilizantes usados, fueron los disponibles en la zona de estudio que además contenía microelementos, los cuales como se obtuvo en el análisis preliminar de suelo, presentaba déficit en el suelo de la zona de estudio. En el Anexo 1 se muestra la metodología como se obtuvieron las cantidades de fertilizantes para su posterior distribución.

*Distribución de la fertirrigación de acuerdo al tipo de fertilizante comercial, durante el desarrollo del cultivo.*

Días después del Trasplante (DDT)	Fertilizante	N (g/área)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/área)	K <sub>2</sub> O (g/área)	Aplicación real a diluir (g/área)
<b>0-20</b>	60 % Fertilización por vía Edáfica 10-20-20	3.15 kg distribuidos 350 g en cada cama, aplicado centralmente en la cama de siembra.			
<b>21 - 40</b>	40 % Fertilización por vía Fertirrigación Con Irricol 5-10-43 + Microelementos	320.0	137.4	236.3	320.0
<b>41-60</b>		640.0	549.6	708.8	708.8
<b>61-81</b>		1120.0	687.0	1417.7	1417.7
<b>82-101</b>		640.0	961.8	1654.0	1654.0
<b>102-123</b>		320.0	274.8	472.6	472.6
<b>123-153</b>		160.0	137.4	236.3	236.3
<b>TOTAL</b>					4809.3

#### **6.4 Metodología de extracción y análisis de muestras Foliares y Raíz.**

Se realizó solo una toma de muestra, debido a los altos costos para análisis foliar de laboratorio. El muestreo se llevó a cabo recolectando 25 hojas (50 gramos) en cada una de las 18 unidades experimentales, resultado de 6 tratamientos con 3 bloques. La época de muestreo se realizó en época de floración temprana cuando se notó la presencia de los primeros brotes de flores. El lugar de toma de muestra en la planta, se obtuvo en la cuarta hoja desde la punta. Los métodos de extracción de nutrientes a partir de las muestras obtenidas de tejido foliar y raíces se realizó con la determinación por incineración y obtención de solución original para K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn. Estas soluciones posteriormente se llevaron a observación por espectrografía atómica. La anterior metodología de muestreo es aplicada con el manual de laboratorio en Cenicafe (Cenicafé, 1994; Delgado y Chaves, 2015).

#### **6.5 Calculo de láminas de riego de acuerdo a los coeficientes de cultivo Kc.**

El cálculo de las láminas de agua a entregar de acuerdo al Kc en cada módulo de riego, el cual es el sistema por el que se riega tres camas simultáneamente, independientemente mediante una valvula solenoide automática de riego; se realizó teniendo en cuenta la metodología desarrollada por Tafur (2005). En ella la lámina de riego se determinó a partir de encontrar los puntos de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP), designados como se muestra en la Tabla 9 y figura 6. El porcentaje de agua rápidamente aprovechable (NA) se asigna con un valor de 0.5 o 50 %, como criterio de acuerdo por Tafur (2005), asegurando la cantidad de agua no se iguale al umbral de marchitamiento. Estos puntos se hallan a partir de la curva de tensiometría obtenida del tipo de suelo (ver figura 6), mediante la metodología de curva de porcentaje de humedad versus tensiometría (Montenegro et al., 1990). Posteriormente con las características físicas del tipo de suelo, se utiliza la ecuación No. 3, para obtener la cantidad de



lámina de agua rápidamente aprovechable; los valores obtenidos de láminas y volúmenes de aplicación de agua de riego, son mostrados en la Tabla 10.

$$LAM = (H_{cc} - H_{pmp}) * NA * Da * P \quad [Ecuación 3]$$

Dónde:

LAM = Lámina de agua rápidamente aprovechable (mm)

H<sub>cc</sub> = Humedad volumétrica a capacidad de campo (% en forma decimal)

H<sub>pmp</sub> = Humedad volumétrica a punto de marchitez permanente (% en forma decimal)

NA = Nivel de agotamiento de agua en el suelo (% en forma decimal)

Da = Densidad aparente (gr/cm<sup>3</sup>)

P = Profundidad efectiva de la planta en el suelo (cm)

A partir de la lámina de agua, se procede a programar el riego usando el balance hídrico conociendo al mismo tiempo la evapotranspiración de la planta, la cual se obtiene conociendo los coeficientes de cultivo usados como tratamientos dentro del diseño experimental.

$$EVc = EVp * Kc \quad [Ecuación 4]$$

EVc = evapotranspiración del cultivo (mm)

EVp = evaporación potencial (mm)

Kc = coeficiente de cultivo

$$LAM_{riego} = (LAM - EVc) \quad [Ecuación 5]$$

EVc = Evapotranspiración de la planta (mm)

LAMriego = lámina de agua rápidamente aprovechable

$$Fi = \frac{LAMriego}{Evc} \quad [Ecuación 6]$$

Fi = Frecuencia de riego (días)

La lámina de agua neta a regar obtenida de acuerdo a la evapotranspiración, se transforma en el volumen a regar al multiplicar por el área efectiva a regar en cada planta de acuerdo al área formado por el diámetro disponible de bulbo húmedo de riego, mostrado en la Tabla 10, esto se calcula usando la metodología propuesta en Khan et al., (1997); esta prueba es importante para la determinación del diámetro, profundidad y tiempo de humedecimiento del suelo, para controlar el periodo de tiempo a regar (Tabla 10). Los valores tomados de acuerdo a la profundidad efectiva de crecimiento de la raíz del tomate son los mostrados en la tabla 9.

En la **Error! Reference source not found.** puede observarse los valores obtenidos de los parámetros de riego para la zona de estudio, definidos a partir de la metodología anteriormente descrita. Otro aspecto importante a tener en cuenta es la prueba de retención de humedad hídrica en el suelo, establecida en el protocolo propuesto por (Montenegro et al., 1990). Los valores de la relación de humedad y presión osmótica permitieron establecer el límite de Nivel de agotamiento por el cual la humedad del suelo se mantendría. El valor de nivel agotamiento (NA) el cual se determinó para efectos de no descompensar la frecuencia de riego y mantener en estado estable al cultivo sin dejar que sufra estrés fue de 80 % (ver **Error! Reference source not**

**found.**). El nivel de agotamiento se mantuvo teniendo en cuenta los punto de marchites permanente (61.9 centibar) y capacidad de campo (25.1 centibar), observados en la Tabla 9.

**Tabla 7**

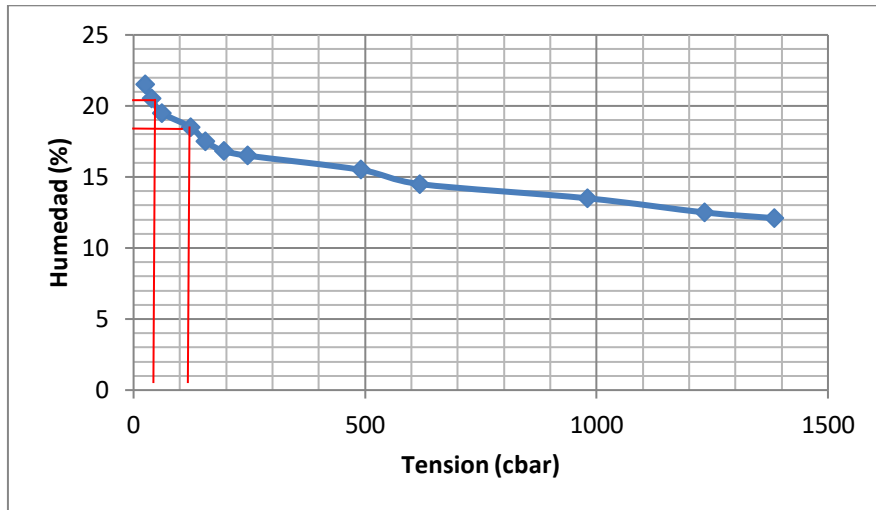
**Valores de relación entre Humedad y tensión osmótica del suelo propias de las muestras de suelo en el Invernadero Sena Granja Lope-Pasto**

W%	cbar	
21.5	25.1	→ Capacidad Campo
20.5	39.0	
19.5	61.9	→ Punto Marchites Permanente
18.5	123.4	
17.5	155.4	
16.8	195.6	
16.5	246.3	
15.5	491.4	
14.5	618.6	
13.5	980.4	
12.5	1234.2	
12.1	1384.8	

W %: humedad volumétrica; cbar: unidad de presión centibar

**Figura 1.**

**Curva de retención humedad y tensión osmótica con puntos de capacidad de campo y punto de marchites permanente, sobre la muestra de suelo del Invernadero Sena Granja Lope-Pasto**



**Fuente: Universidad de Nariño. Laboratorio de Física de Suelos**

**Tabla 9Tabla 8**

**Resultados de la prueba de bulbo húmedo al área de suelo del invernadero del Sena Lope**

Tiempo (min)	r (cm)	p (cm)	q (lt/hr)	Vol (Lt)
3	6	3	1.50	0.08
6	7	4	1.50	0.15
9	8	6	1.50	0.23
12	8.5	8	1.50	0.30
15	9	9	1.50	0.38
18	9.5	10	1.50	0.45
21	10.5	12	1.50	0.53
24	10.5	13	1.50	0.60
27	11	14	1.50	0.68
30	12	16	1.50	0.75
33	12	17	1.50	0.83
36	12	20	1.50	0.90
39	12	21	1.50	0.98
42	12.5	23	1.50	1.05

r: radio humedecimiento; p:profundidad en el suelo; q: caudal;  
Vol: volumen de agua aplicada. Fuente: Prueba Filtración por Bulbo Húmedo, Suelo Granja Lope-SENA.

Bajo los parámetros iniciales de conocimiento del suelo y su capacidad hídrica, se procede a tomar los registros del caudal de la cinta de goteo autocompensado y ajustar la cantidad de agua aportar, de acuerdo con las láminas obtenidas a partir de los coeficientes de riego Kc a experimentar obtenidos. Cabe recordar que los Kc establecidos con los cuales se programa el riego, son tomados de la curva de evapotranspiración de los cultivos (FAO, 2006). Los valores de cantidad de volumen de agua aportar al cultivo ajustado al sistema autocompensado de riego se muestra en la

Tabla . La importancia de los valores de esta tabla es su relación con el coeficiente Kc en cada módulo y en las diferentes etapas con el tiempo de riego y cantidad a programar en el software AutoAgronom (Autoagronom, 2012), del sistema de riego.

### **Tabla 9**

**Distribución de Láminas y Volúmenes de Riego sobre los Tratamientos.**

FASES DE DESARROLLO DE CULTIVO	Modulo Riego 1 (Kc 0.1 y 0.6)	Modulo Riego 2 (Kc 0.2 y 0.8)	Modulo Riego 2 (Kc 0.3 y 1.1)
<b>Establecimiento (Kc<sub>Est</sub>)</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>
Evapotranspiración Ev (mm/día)	2.50	2.50	2.50
Frecuencia de Riego "Fi" (días)	2.3	2.3	2.3
Nivel de Agotamiento "NA" (%)	80.0	80.0	80.0
Lámina de Agua	5.8	5.8	5.8
Volumen Neto por planta (lt/planta/2 días)	0.1	0.2	0.4
Volumen de Riego consumido por la planta (cm <sup>3</sup> /planta/día)	54.26	106.63	165.71
<b>Floración y Llenado (Kc<sub>Flor+Llen</sub>)</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>
Evapotranspiración Ev (mm/día)	2.50	2.50	2.50
Frecuencia de Riego "Fi" (días)	2.33	2.33	2.33
Nivel de Agotamiento "NA" (%)	80.00	80.00	80.00
Lámina de Agua	5.82	5.82	5.82
Volumen Neto por planta (lt/planta/2 días)	0.76	0.99	1.42
Volumen de Riego consumido por la planta (cm <sup>3</sup> /planta/día)	325.54	426.53	607.60

**6.6 Programación del Riego**

**Diseño hidráulico:** El sistema de riego montado en el invernadero del Sena está constituido por una bomba de 1 HP, 3450 rpm (ver Tabla 9 de especificaciones de bomba), 3 módulos de riego con tubería primaria de 1 ½" y mangueras de riego de ¾" instaladas en cada cama de siembra. Las mangueras presentan cada 20 cm goteros auto-compensados. Cada módulo de riego tiene instalado una electro válvula de autorregulación de abertura y cierre, controlado por el sistema existente. La fertirrigación se realiza mediante el sistema de inyección utilizando un tanque de dilución de 100 Lts.

**Tabla 10**

**Volúmenes y tiempos de Riego aportados al cultivo en las diferentes fases de desarrollo ajustados al sistema de riego autocompensado.**

FASES DE DESARROLLO DE CULTIVO	Modulo Riego 1 (Kc 0.1 y 0.6)	Modulo Riego 2 (Kc 0.2 y 0.8)	Modulo Riego 2 (Kc 0.3 y 1.1)
<b>Establecimiento (Kc<sub>Est</sub>)</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>
Litros por gotero autocompensado/min	0.03	0.03	0.03
Tiempo de riego (min)	2	3	5
Consumo por Goteros (Lts/gotero/día)	0.05	0.075	0.125
Consumo por Modulo (Lts/modulo/día)	22.5	33.8	56.3
Consumo por Planta (Lts/Planta/día)	0.1	0.16	0.26
<b>Floración y Llenado (Kc<sub>Flor+Llen</sub>)</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>
Litros por gotero autocompensado/min	0.03	0.03	0.03
Tiempo de riego (min)	9.00	12.00	17.00
Consumo por Goteros (Lts/gotero/día)	0.23	0.30	0.43
Consumo por Modulo (Lts/modulo/día)	101.25	135.00	191.25
Consumo por Planta (Lts/Planta/día)	0.326	0.427	0.608

**Tabla 11**

**Relación Caudal y Presión de trabajo de la bomba del sistema de riego, Marca Pedrollo**

DATOS DE FUNCIONAMIENTO An=3450 1/min														
MODELO BOMBA		POTENCIA		Q m <sup>3</sup> /h	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4
					l/s	0	0.167	0.333	0.500	0.667	0.833	1.000	1.167	1.333
~	3 ~	kW	HP	l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
CPm 580	CP 580	0.30	0.40	H m	17.5	15.5	14	12	10	7	4	--	--	--
CPm 600	CP 600	0.37	0.50		21.5	20	19	17	15	12.5	9.5	6	--	--
CPm 610X	CP 610X	0.60	0.85		30	28.5	27	25.5	23.5	21	17.5	14	--	--
CPm 620	CP 620	0.75	1		35	34	33	31.5	29.5	27	24	20.5	17	13
CPm 630	CP 630	1	1.35		45	43	41	39	37	35	32	29	25	21

Q = CAUDAL  
H = ALTURA MANOMETRICA TOTAL

*Fuente: Tienda de Bombas Pedrollo. Hidrolavadoras Mar Colombia 2018*

Finalmente al saber los tiempos de riego, caudales de trabajo y ajuste de la bomba, se procede a calcular la dosificación de fertirriego, con la ayuda del sistema de inyección instalado en el sistema de riego. Se realizó una prueba de caudal de inyección al sistema, bajo diferentes grados de impulsos de inyección, teniendo en cuenta la capacidad del tarro de almacenamiento de

fertilizante diluido y la capacidad de disolución de fertilizante 5-10-43 + microelementos, siendo de 21,95 g /100 ml a 20 °C. Los registros de la prueba de caudal por inyección y la cantidad de fertilizante dosificado en todas las fases de desarrollo del cultivo, se muestra en el Anexo 11.

### **6.7 Condiciones Climáticas dentro del Invernadero.**

Las condiciones climáticas dentro del invernadero, se controlaron y registraron con los sensores de porcentaje de humedad relativa del ambiente y temperatura (°C), evaporación (mm/día). El sistema de sensores instalado en el SENA utiliza el software WeatherHawk 2.7, (Davis, 2004), para la toma de registro climatológico. El control y registro de variables de riego, el SENA utiliza el sistema AutoAgronm (Autoagronom, 2012).

El invernadero cuenta con un sistema semiautomático que permite el control del sombrero e iluminación, ventilación, riego por nebulización y goteo. Estos se activaban automáticamente de acuerdo a los valores de humedad relativa y temperatura. El sistema de sombrero siempre se controló de forma semiautomática, activándose manualmente de acuerdo a la intensidad lumínica encontrada en el momento observado al cultivo.

### **6.8 Análisis del diseño Estadístico.**

El diseño utilizado en el estudio es de franjas divididas (página 32), tomado por Little y Hills, (1976). El diseño se constituye con un Primer factor de tratamiento con tres niveles de láminas de agua aplicadas calculadas a partir de los coeficientes donde  $Kc1 < Kc2 < Kc3$ , donde cada una de estas láminas de agua fue aplicada al cultivo bajo módulos de riego instalados en el invernadero. El Segundo Factor de tratamiento está constituido por dos niveles de Híbridos



Pietro F1 y Mateus 7370, los cuales serán sembrados en las unidades experimentales correspondientes. Estos dos factores son organizados en tres bloques: B1, B2 y B3, intersectados por los módulos de riego 1, 2 y 3 donde se acomodan los híbridos de planta en las 18 unidades experimentales, como se muestra en la **Error! Reference source not found.**

En resumen el diseño experimental será un arreglo de  $3^1 \times 2^1 \times 3$  conformando 6 tratamientos y 18 unidades experimentales, dentro de la zona de trabajo (ver

Tabla 12), evaluados en dos épocas de 0 a 70 DDT y 71 a 153 DDT, basados de las fases del cultivo de Establecimiento y Producción. El Andeva del modelo estadístico de franjas divididas se corrió bajo la herramienta informática Infostat versión 2015 (Di Rienzo et al., 2015). El modelo estadístico en Franjas Divididas es como se muestra en la ecuación 6.

**Tabla 12**

**Conformación experimental de 6 tratamientos con 3 bloques, para un total de 18 Unidades experimentales. Siendo T: Tratamiento, P: Híbrido Pietro F1 y M: Híbrido Mateus 7370.**

	Modulo Riego 1	Modulo Riego 2	Modulo Riego 3
<b>Coeficiente Kc Fase Establecimiento</b>	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>
<b>Coeficiente Kc Fase Producción</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>1.1</b>
<b>Bloque 1</b>	<b>T1: P</b>	<b>T3: P</b>	<b>T5: M</b>
	<b>T2: M</b>	<b>T4: M</b>	<b>T6: P</b>
<b>Bloque 2</b>	<b>T1: P</b>	<b>T3: M</b>	<b>T5: P</b>
	<b>T2: M</b>	<b>T4: P</b>	<b>T6: M</b>
<b>Bloque 3</b>	<b>T1: P</b>	<b>T3: M</b>	<b>T5: P</b>
	<b>T2: M</b>	<b>T4: P</b>	<b>T6: M</b>

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + E_{ij} + \beta_k + \delta_{jk} + (\alpha\beta)_{ik} + \rho_{ijkl} \quad [\text{Ecuación 7}]$$

Dónde:

$Y_{ijkl}$  = Variable de Respuesta

$\mu$  = Media

$\alpha_i$  = efecto del factor Coeficiente de Cultivo (Kc)

$\gamma_j$  = efecto del bloque j

$E_{ij}$  = error a

$\beta_k$  = efecto del factor Híbrido

$\delta_{jk}$  = error b

$(\alpha\beta)_{ik}$  = interacción entre el Coeficiente de Cultivo (Kc) y el Híbrido

$\rho_{ijkl}$  = error c

Luego de aplicar la suma de cuadrados medios sobre los efectos de los tratamientos en las variables registradas, se aplicó la tabla de LSD (least significant difference) de Fisher, para realizar la comparación de medias (Little y Hills, 1976). La comparación de medias utilizando LSD de Fisher, se analizó utilizando la herramienta informática InfoStat versión 2015 (Di Rienzo et al., 2015).

La ecuación de comparación de medias de LSD de Fisher sugerida es:

$$\text{Diferencia: } t_0 = \frac{(y_i - j_i)}{\left(\frac{2CME}{r}\right)^{0.5(15)}} \quad [\text{Ecuación 8}]$$

En donde:  $y_i$  : media i

$j_i$  : media j

r: número de repeticiones por tratamiento

CME: Cuadrado medio del error obtenido de la tabla de análisis de varianza

## 6.9 Distribución en campo del modelo en Franjas Divididas y Diseño del Sistema de Riego

Teniendo presente el diseño de franjas divididas se dividió, aleatorizó y organizó el diseño experimental como se muestra en el esquema de la Figura 2. **Esquema hidráulico y experimental del sistema de riego**

y **camas de** El área experimental consta de 342 m<sup>2</sup>; se adecuaron camas para la siembra de Tomate de 1.0 m de ancho por 19 m de largo, separadas a 1.2 m entre camas. Cada tres camas se conforma por un módulo de riego el cual contiene tres mangueras de riego por goteo autocompensado, con goteros separados cada 20 cm. El ensayo tuvo 9 camas experimentales de 1.0 m de ancho por 19 m de largo. En el área se conforman las 18 unidades experimentales cada una con 12 plantas, delimitándose 4 plantas para su evaluación, con el fin de minimizar los efectos de borde. La distancia de entre plantas fue de 45 cm. En las unidades experimentales se sembraron los híbridos *Pietro F1* y *Mateus 7370*. El esquema de la Figura 2, conserva la aleatorización propuesta en la **Error! Reference source not found.**

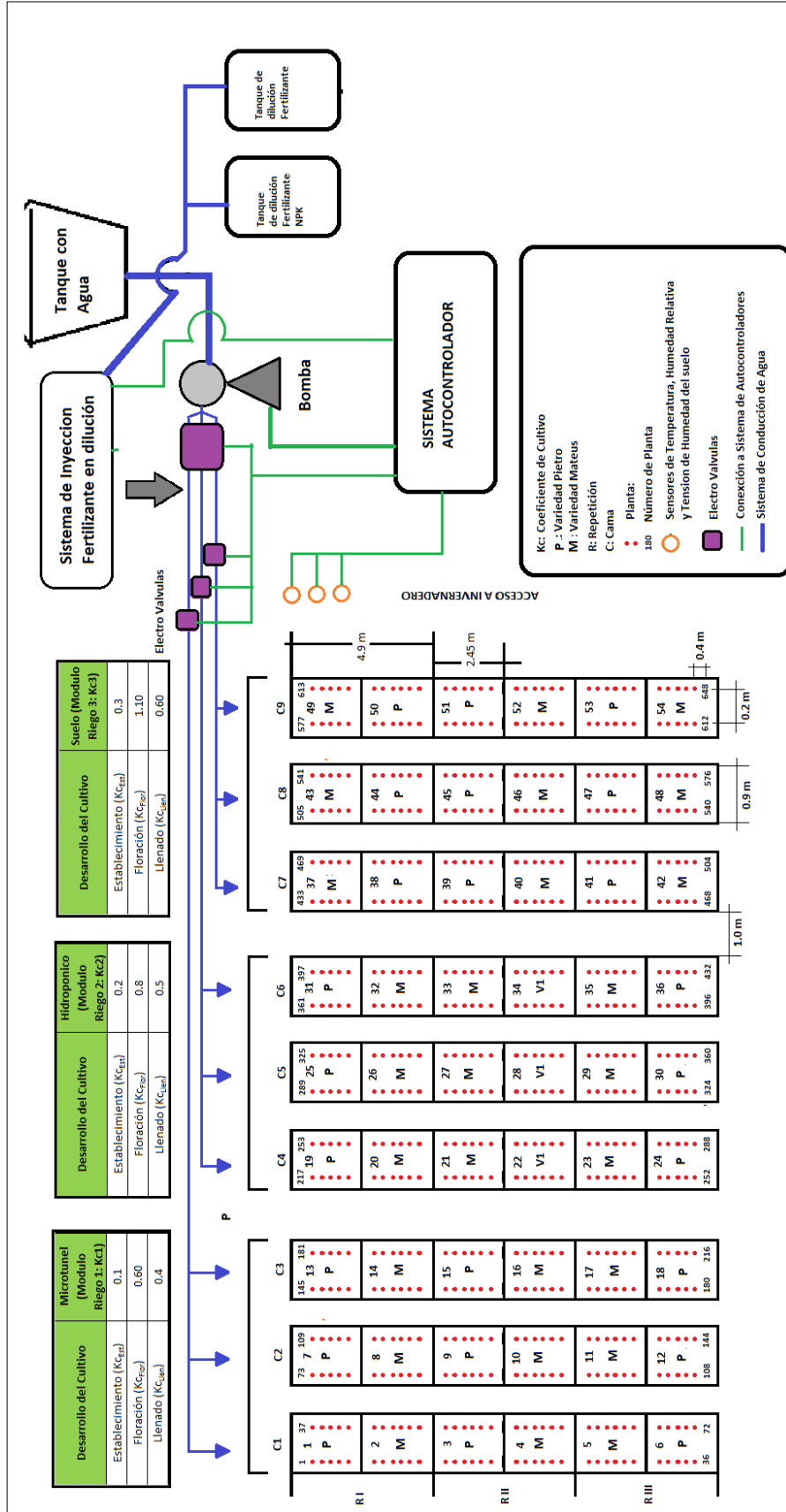


Figura 2. Esquema hidráulico y experimental del sistema de riego

y camas de cultivo de tomate híbrido.

## 6.10 Programación de Labores al Cultivo

Durante todo el desarrollo del cultivo las labores culturales consistieron en: tutorado, control de hongos e insectos, labores culturales de deschuponado, aireación mediante desoje en la zona baja de las plantas, desyerbe y controles climáticos dentro del invernadero. Estas labores fueron programadas siguiendo los criterios establecidos por la institución del SENA, debido al cronograma de cursos a los aprendices; sin embargo son acompañadas y supervisadas para prevenir interferencias sobre la metodología de trabajo. Las fechas que relacionan las labores se encuentran en la Tabla 18. La fecha de inicio y finalización del cultivo es de 9 julio a 12 de diciembre de 2015. A pesar que el cultivo es de tipo indeterminado, se determinó ajustarse al calendario de actividades de las instituciones Sena y Universidad de Nariño, debido a trámites de laboratorio y tiempo prudencial donde se recolecta la información necesaria.

### 6.10.1 Descripción de toma de variables Vegetativas y Productivas.

En la Tabla 18 se describe los métodos de registro de variables vegetativas y productivas en la fase de establecimiento y producción.

**Tabla 18**

***Método y periodo de recolección de muestras en la fase de Establecimiento y Producción del 9 de julio a 12 de diciembre de 2015, para las variables Vegetativas y Productivas.***

<b>Tipo de Variable</b>	<b>Método de Recolección</b>	<b>Fases de Recolección</b>
Vegetativa Altura de Planta,	Se tomó partiendo de la base del suelo a la zona apical de mayor altura en cada planta, midiéndose con varilla de aluminio calibrada en centímetros.	Establecimiento y Producción. Tomado desde 0 a 149 DDT
Vegetativa Diámetro de tallo	Fueron tomados 3 mediciones; parte baja, media y alta, de acuerdo a las proporciones de altura de cada planta, siendo las proporciones: parte baja, 30% de la altura total de la planta, parte media 60% y 90% parte alta, midiéndose con regla calibrada en milímetros	Establecimiento y Producción. Tomado desde 0 a 149 DDT
Vegetativa Número de Flores,	se contabilizo el número total de flores por planta que se formaron hasta la primera cosecha de frutos	Producción Tomado desde 71 a 149 DDT
Vegetativa Número de Racimos,	Los racimos se contabilizaron tomando los que cargaron los frutos	Producción desde 71 a 149 DDT

Vegetativa Número de Frutos en Formación	Los frutos se contabilizaron tomando los desarrollados en cada planta, sin maduración.	Producción desde 71 a 149 DDT
Producción Numero frutos 4 plantas	Se contabilizo en las cuatro plantas escogidas y centralizadas dentro de la unidad experimental, con el fin de eliminar efectos de borde	Producción desde 104 a 153 DDT
Producción Peso unidad de fruto	Mediante una balanza en campo se pesó en gramos cada fruto	Producción desde 104 a 153 DDT
Producción Diámetro de Fruto	Con ayuda de un pie de rey se tomó el diámetro ecuatorial de cada fruto	Producción desde 104 a 153 DDT
Producción Peso total frutos de 4 plantas evaluadas	Se tomó el peso total de frutos cosechados de las 4 plantas evaluadas	Producción desde 104 a 153 DDT
Producción Rendimiento peso por área	Se tomó el peso total de la unidad experimental relacionado con el área de la misma	Producción desde 104 a 153 DDT

Fuente: metodologías de producción de cultivo de tomate Ardila (2011); Ramírez (2013); Escobar y Lee (2009).

### 6.11 Determinación de la Eficiencia de Utilización de Nutriente (EUN) y el Coeficiente de utilización Biológica (CUB).

Luego de obtener la proporción de elementos en raíces y foliarmente, se aplica el método de obtención de los índices de Coeficiente de utilización de nutrientes en hojas ( $CUB_H$ ) y raíces ( $CUB_R$ ) y de Eficiencia de utilización de Nutrientes EUN. La descripción y obtención de estos índices es como se indica en a continuación:

**Coeficiente de Utilización Biológica (CUB):** se calcula a partir de expresar el peso de materia seca en Kg producida por kg de nutriente acumulado (Santos et al., 2008; Grahmann et al., 2013). En las zonas radicular y aérea.

$$CUB_H = \frac{[\text{Peso producido de materia Seca en Hojas (Kg)}]}{[\text{Concentracion de Nutriente absorbido en las hojas (Kg)}]} \quad [\text{Ecuación 9}]$$

$$CUB_R = \frac{[\text{Peso producido de materia Seca en Raíces (Kg)}]}{[\text{Concentracion de Nutriente absorbido en las Raíces (Kg)}]} \quad [\text{Ecuación 10}]$$

Los valores del índice CUB dependen del elemento nutricional y del tipo de órgano evaluado en cada órgano vegetal, dado que el índice lo que indica es el grado de producción de peso producido de biomasa por contenido de elemento absorbido. Este último varía en cada órgano vegetal. Así en cualquiera de los dos índices CUB, sea en hojas o raíces, los valores indican mayor eficiencia, al obtener valores más altos sea entre órganos vegetales o por elemento nutricional (Grahmann et al., 2013).

**Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN):** se calcula a partir de la relación entre lo que la planta consumió de nutrientes en órganos parciales de la planta o en la planta entera por el aporte total de nutrientes a la planta (Grahmann, et al. 2013).

$$EUN = \frac{[Elemento\ Nutricional\ de\ la\ Biomasa\ Seca\ Absorvida\ (Kg)]}{[Total\ de\ Nutrientes\ Aportados\ (Kg)]} \quad [Ecuación\ 11]$$

## 7. Resultados

### 7.1 Fase de establecimiento

En la fase de establecimiento de los híbridos de tomate entre 0 días después del trasplante (DDT) y 70 DDT, las variables medidas de carácter vegetativo, fueron altura y diámetro de tallo. Estas dos variables son medibles, debido a su sensibilidad al estrés hídrico, ya que el diámetro permite el paso de agua conjunto con nutrientes por el xilema y está determinado por el grosor del tallo (Ortega et al., 2002). Además el mismo autor relaciona la altura de la planta con el grosor del tallo, argumentando que la planta como mecanismo de regulación de estrés transporta agua a mayor altura con menor grosor de tallo. Esto posteriormente influirá en la producción y rendimiento del cultivo.

#### 7.1.1 Variables Fisiológicas Vegetativas

A continuación se presenta la **Error! Reference source not found.** de cuadrados medios obtenidos de la altura y diámetro de tallo de la planta de 0 a 70 DDT. En esta tabla se observa los resultados del ANOVA para dichas variables en la cual no se presentaron diferencias estadísticas significativas.



**Tabla 14**

**Cuadrados medios de las variables altura de planta y diámetro de tallo, durante la fase de establecimiento 0 a 70 DDT.**

FACTOR DE VARIACION	GL	ALTURA DE PLANTA (cm)	DIÁMETRO DE TALLO (mm)
Modelo Franjas	13	92.17 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	21.30 <sup>ns</sup>	0.55 <sup>ns</sup>
Bloque	2	111.99 <sup>ns</sup>	1.27 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	35.31 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	452.00 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	48.79 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Hibrido	4	120.39 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>
Error	17	41.63 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>
Total			
<b>R<sup>2</sup></b>		0.88	0.81
<b>CV</b>		14.87	10.34

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

La **Error! Reference source not found.** no mostró diferencias significativas entre los factores de variación entre las plantas para las variables altura y diámetro de tallo, siendo que el coeficiente de variación se encuentra en un rango aceptable menor a 20 % y existe un adecuado coeficiente de correlación cercano a 0.9. Por tanto los híbridos Pietro y Mateus presentaron similar respuesta fisiológica inicial de la altura y diámetro del tallo, como se observa en la tabla 3, los híbridos tipo milano presentan semejantes características fisiológicas vegetativas en altura y diámetro de tallo como se describen en las fichas técnicas (Semillas Arroyabe, 2015). Esto permite deducir además que las condiciones a las cuales se encontraba el cultivo, no produjeron diferencias significativas a las variables examinadas afectadas por el clima, el stress hídrico,

condiciones nutricionales y manejos. En promedio las alturas para las unidades experimentales fueron para este periodo de 100 cm con diámetros de tallo cercanos a 8 mm tabla de los anexos 12 y 13.

Los híbridos presentan características vegetativas semejantes en el crecimiento indeterminado, ya que el rango de altura a los 70 ddt puede encontrarse entre 90 cm a 100 cm con diámetros de tallo que van de 7 a 10 mm (Semillas Arroyabe, 2015). De acuerdo con Ramírez y Nienhuis, (2011), es probable que otras variables manifiesten diferencias vegetativas como: área foliar, número de estomas, distancias entre nudo y distancia de racimos. Este mismo autor, afirma que es en la fase de producción, donde se encuentran mayores diferencias en el rendimiento y calidad de producción de tomate.

## **7.2 Fase de producción**

La fase de producción del cultivo va de 71 a 153 DDT, las variables medidas en este periodo fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de flores, numero de frutos no maduros, numero de racimos, numero de frutos cosechados por planta, rendimiento de peso frutos por planta y rendimiento en peso por hectárea.

### **7.2.1 Variables Fisiológicas Vegetativas**

La Tabla 22 muestra los cuadrados medios de las variables vegetativas: altura de planta, número de flores, número de frutos, número de racimos y diámetro de tallo de 71 a 153 DDT, observándose diferencias altamente significativas en el tratamiento entre híbridos para la variable número de flores. Adicionalmente se aprecia que los coeficientes de variación y correlación se

encuentran por debajo de 20 % y cercano a 0.6, aceptables a nivel investigativo (Little y Hills, 1976). De acuerdo con Sánchez (2000) existen condiciones de adaptación fisiológica, climáticas, stress hídrico y edafológico que un determinado híbrido de tomate puede desarrollar. Barraza (2000) explica el número de flores en términos de suministro y demanda de nutrientes en la planta, por la forma en que las sustancias son traslocadas para el crecimiento, esto a la vez se relaciona con el flujo de agua dentro de la planta. Berenguer (2003), estima que el tallo con una medida de 1.4 cm a 1.7 cm es el eje sobre el cual se desarrollan mejor los híbridos de tomate que tienen buen vigor y fortaleza para que se desarrollen las hojas, flores y frutos en la planta. Cuellar (2002) argumenta que las flores son más sensibles a la reducción de fotoasimilados adiferencia de los frutos, lo cual permite inferir que cualquier cambio en la nutrición y stress hídrico las flores son afectadas en primer lugar, permitiendo inferir que uno de los híbridos fue afectado por la nutrición y stress hídrico. Nuruddin (2001), sugiere que las condiciones de sequía afecta número de flores, reduciendo su número de producción.

En la Tabla 22, como se manifestó anteriormente, la variable número de flores presento diferencias significativas. Pietro fue el híbrido que presento mayor número de flores por planta en promedio con 9.0 flores por planta a diferencia de Mateus 8 flores por planta. Escobar y Lee (2009) afirma que el efecto del clima induce mayor producción de flores en Pietro a diferencia de Mateus, debido que el desarrollo de la flor está determinado por la temperatura, siendo temperaturas diurnas mayores de 30 °C que inducen más promoción del desarrollo de flores en Pietro; adicionalmente las temperaturas nocturnas presentadas por debajo de 8°C, no afectaron a Pietro presentando mayor resistencia en comparación a Mateus. Sánchez (2000) argumenta que las plantas presentan diferencias de absorción pasiva y activa de nutrientes, donde la forma pasiva es producto de la absorción hídrica de la planta y la activa es por medio del intercambio

catiónico y concentración de nutrientes en la planta, así Pietro por la forma pasiva aprovecha mejor la fertirrigación, para mejorar la proliferación de flores a diferencia de Mateus.

**Tabla 15**

**Cuadrados medios de las variables altura de planta, numero de flores, numero de frutos, numero de racimos y diámetro de tallo. Durante la fase Productiva 71 a 153 DDT.**

F. VARIACION	GL	ALTURA	DIÁMETRO	No. FLORES	No. FRUTOS	No. RACIMOS
		DE PLANTA (cm)	DE TALLO (cm)			
Modelo Franjas	13	239.03 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	1.32 <sup>ns</sup>	5.38 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	291.10 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>ns</sup>	2.00 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>
Bloque	2	221.68 <sup>ns</sup>	0.87 <sup>ns</sup>	1.42 <sup>ns</sup>	13.47 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	63.71 <sup>ns</sup>	0.25 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	425.35 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	1.45 <sup>**</sup>	11.36 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	108.52 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	5.54 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Hibrido	2	592.32 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	3.97 <sup>ns</sup>	7.10 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>
Error	4	387.21 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	2.10 <sup>ns</sup>	5.55 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>ns</sup>
Total	17					
<b>R<sup>2</sup></b>		0.67	0.81	0.67	0.76	0.50
<b>CV</b>		16.59	10.34	17.16	24.86	19.45

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 16**

**Cuadro de Comparación de Medias del efecto causado por híbridos en la variable número de flores por planta. Durante la fase Productiva 71 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS	NO. FLORES
<b>HIBRIDOS</b>	
Pietro	9 a
Mateus	8 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, ( $P < 0,05$ ;  $n = 18$ ; con Diferencia Mínima Significativa (DMS)=0.17). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente.

Cadahía (2005) argumenta que la diferencia de la floración presentada entre híbridos debido a la fertirrigación influye drásticamente, dado que las concentraciones de los elementos nutricionales pueden presentar diferencias sustanciales para ser absorbidas por un tipo de híbrido más que otro. Guzmán (1991) adiciona que la diferencia de la cantidad de floración puede ser causada por el acondicionamiento del clima dentro del invernadero; interfiriendo en potencializar mejor a Pietro respecto Mateus, a pesar que las especificaciones de las condiciones de los dos híbridos son semejantes. En todo el ciclo de cultivo el máximo de flores fue de 24 flores por planta presentados en el día 91 DDT, esto puede observarse en la tabla de los Anexo 16. Tabla Promedios de variable de Número de Flores por Planta de 83 a 149 DDT donde autores como Gardner et al., (1990) obtiene en promedio que el rango de número de flores por planta en tomate se mantiene entre 30 a 40. Tal vez el bajo número de flores se debió al aborto de flores de las que no fueron fecundadas por baja polinización, o las que por efectos del clima no tuvieron las condiciones óptimas para producir (Guzmán, 1991). De acuerdo a lo anterior Pietro es el híbrido mejor adaptado a las condiciones ofrecidas bajo invernadero, mostrando mayor producción de flores. En cuanto a las otras variables no se presentó diferencias significativas que mostraran

efectos paralelos a lo que ocurrió respecto al número de flores, mostrando que las láminas de agua aplicadas bajo los coeficientes kc no tienen efecto frente a los dos híbridos.

### 7.2.2 Variables de Producción

Las variables de producción se analizaron tomando la segunda época fenológica del cultivo: producción. Esta época se promedió los registros de las fechas 104 a 153 ddt para las variables de número de flores, numero de frutos, numero de racimos, diámetro de fruto y peso de frutos por planta. Sobre esta fase se aplicó las láminas de agua calculadas a partir de los coeficientes  $Kc=0.6$ ,  $Kc=0.8$  y  $Kc=1.1$ . Las Tabla 2 y Tabla 26 muestra los cuadrados medios y la comparación de medias para las variables de producción, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en los efectos producidos por la interacción entre las láminas y los híbridos en el número de frutos, igualmente hubo diferencias en el efecto causado por las láminas en las variables número de frutos, peso por unidad de fruto, peso de frutos por plantas y rendimiento en peso por área. La discusión sobre estos resultados se realiza tomando cada variable. Sin embargo puede decirse que en la fase de producción fue donde se manifestó más significancia en las variables, observándose de forma interesante la variación significativa en la interacción Kc para lamina \* Híbrido sobre las variables frutos por planta y Rendimiento en peso por área. Además el peso por unidad de fruto igualmente sufrió variación significativa.

#### *Tabla 17*

*Cuadrados medios de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT*

F. VARIACION	GL	No. FRUTOS POR	PESO POR UNIDAD DE FRUTO	DIÁMET RO DE FRUTO	PESO FRUTOS POR	RENDIMIEN TO EN PESO POR
--------------	----	----------------------	--------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------------------------------

		PLANTA	(g)	(cm)	PLANTA (kg/planta)	ÁREA (kg/m <sup>2</sup> )
Modelo	9	50.94 <sup>ns</sup>	418.89 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.80 <sup>ns</sup>	4.31 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	27.69 *	994.50 *	0.65 <sup>ns</sup>	0.52 *	0.73 <sup>ns</sup>
Bloque	1	2.08 <sup>ns</sup>	9.90 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.16 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	2	1.08 <sup>ns</sup>	59.34 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	8.33 <sup>ns</sup>	676.50 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.96 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	1	1.33 *	20.02 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.12 *	0.21 *
Kc para Lamina*Hibrido	2	194.61	477.94	0.69	2.68	17.19
Error	2	10.38	37.86	0.19	0.06	0.03
Total	11					
<b>R<sup>2</sup></b>		0.96	0.98	0.91	0.98	1.00
<b>CV</b>		11.93	5.61	8.33	8.52	2.30

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 18**

**Cuadro de comparación de Medias de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS		FRUTOS POR PLANTA	PESO DE FRUTO (g)	PESO FRUTOS POR PLANTAS (kg/planta)	RENDIMIENTO (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Coefficientes de Kc para Lámina de agua</b>	0.6	7.4 a	110.6 ab	3.2 a	6.5 a
	0.8	6.1 b	93.5 b	2.5 b	6.6 a
	1.1	6.8 ab	125.0 a	3.1 a	7.4 a
<b>Hibrido * Coeficiente Kc para Lámina de agua</b>	Pietro 0.6	6.7 ab	91.4 a	2.4 bc	5.9 c
	Pietro 0.8	5.2 b	87.6 a	1.9 c	5.8 c
	Pietro 1.1	9.1 a	127.6 a	3.8 a	10.1 a
	Mateus 0.6	8.1 ab	129.7 a	3.9 a	7.9 b
	Mateus 0.8	6.9 ab	99.5 a	3.2 ab	7.4 b
	Mateus 1.1	4.6 b	122.5 a	2.4 bc	4.8 d

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, (P<0,05; n=18).

Los DMS para los factores coeficiente  $K_c$  e interacción Híbrido\*Coeficiente  $K_c$ , fueron: para frutos por planta (3.16 y 13.86), peso de frutos (23.44 y 26.48), peso de frutos por planta (2.54 y 1.08) y rendimiento (2.85 y 0.69)

A continuación se analiza cada variable bajo los efectos producidos mostrados en los cuadrados medios y la comparación de medias.

### ***7.2.2.1 Numero de frutos***

Las comparaciones entre medias por la interacción entre laminas e híbridos, es significativamente alta para el Híbrido Pietro con coeficiente  $K_c$  de 1.1 con media de 9.1 Frutos /plantas. Por el contrario la combinación Mateus con lámina de  $K_c$  de 1.1, presento el valor más bajo con número de frutos por plantas de 4.6 frutos/plantas. Puede notarse que Mateus con lamina de  $K_c=0.6$  tiene media con 8.1 frutos/plantas, es similar en cantidad a la combinación de Pietro con lamina de  $K_c$  de 1.1. Esto da una idea de diferenciar que la fisiología de Pietro se ve mejor influenciado por mayor  $K_c$  de lámina de agua aplicada a diferencia de Mateus que su potencial se observa en aplicaciones de menor lámina de  $K_c$ .

Las diferencias en el número de frutos causadas por los efectos de la interacción lamina e híbrido observada en la Tabla 2 se debe que los híbridos pueden aumentar o disminuir su capacidad productiva propia fisiológica de acuerdo a su afinidad con la cantidad de lámina aplicada. Florido et al., (2014), argumenta que las respuestas de la planta dependen del genotipo y el estadio de desarrollo de la misma en el momento del estrés, de la duración, la severidad del estrés y de los factores ambientales que lo provoquen. En dependencia de las condiciones, las plantas activan mecanismos de defensa a nivel molecular, morfológico, fisiológico y celular. Por ello repercute en un mayor número de frutos como mecanismo de reproducción y conservación



de la especie, esto explica el efecto causado por Mateus, donde produce de forma interesante mayor número de frutos con menor lámina de agua calculada con coeficiente de  $K_c=0.6$ . Betancur y Bonica (2010), igualmente argumentan diferentes producción de acuerdo al híbrido y la lámina agua aplicada existiendo diferencias en la producción, donde encontraron que un híbrido de tomate denominado NUN107 respondió al agregado de agua hasta el 50% de la evapotranspiración ( $ET_c$ ), por encima de este valor no aumentaron significativamente los rendimientos caso que se asemeja a lo ocurrido en Mateus.

Estos resultados se relacionan de acuerdo a lo que argumenta Arjona (2002) indicando que tomates tipo Milano presenta producción de fruto bajo o intermedio entre 10 a 20 frutos por planta, teniendo tomates de peso de 250 g y diámetros que llegan a 90 mm. En este tipo de cultivo el número de frutos producidos se ve afectado por el aumento de láminas de riego; obteniéndose más frutos con el tratamiento de riego con 150% de la evapotranspiración ( $ET_c$ ) produciendo mayor números de frutos (21 frutos/planta) a diferencia de los tratamientos de 100% de la  $ET_c$  (15 frutos/planta), 75% de la  $ET_c$  (12 frutos/planta) y 50% de la  $ET_c$  (11 frutos/planta), esto es acorde con el comportamiento de Pietro con la lámina de agua calculado con  $K_c=1.1$ , pero contrario al aumento de Frutos en Mateus a partir de la lámina de agua calculada con  $K_c=0.6$ . Betancur y Bonica (2010) en experimentos con híbridos observo aumento de produciendo de numero de tomate producido proporcionalmente al aumentar la aplicación de lámina de agua, lo cual contrasta con lo obtenido con el híbrido Mateus.

### ***7.2.2.2 Peso por Unidad de Fruto***

La comparación de medias de esta variable muestra, en la Tabla 26, que la lámina con  $K_c = 1.1$  con 125.03 g, fue el mayor peso obtenido por Pietro, el cual es igual estadísticamente al peso de 110.58 g, obtenido con  $K_c=0.6$  a diferencia del peso de 93.53 g, obtenido con  $K_c = 0.8$  como el menor peso de fruto obtenido.

Los anteriores resultados se relacionan con lo comprobado por Tuzel (1993) y Fritsch (1980), donde los frutos de mayor peso pueden obtenerse al aumentar la lámina de agua, aumentando los coeficientes  $K_c$ , encontrándose que el diámetro ecuatorial de los frutos es superior al aumentar las tasas de riego. Asimismo, el peso promedio de frutos observado por estos últimos investigadores disminuyó a medida que se aplicó una menor cantidad de agua (reposición de un 100 a 40% de la  $ET_{real}$ ), alcanzando valores que fluctuaron entre 70 g y 105 g por fruto para el tratamiento con menor y mayor cantidad de lámina y/o  $K_c$ , respectivamente. En un estudio llevado a cabo por Ortega et al. (2002), se aplicaron diferentes láminas de riego de acuerdo a la diferencia proporcional de la cantidad de evaporación T1 (60%  $ET_{real}$ ), T2 (100%  $ET_{real}$ ), T3 (140%  $ET_{real}$ ), T4 (testigo), obteniéndose respectivamente los siguientes pesos en gramos por fruto 162.3, 182.9, 199.1 y 202.2. Lo anterior confirma la relación directa existente entre lo que se aporta en agua a la planta, su posterior absorción y distribución a sus órganos, en el cual los frutos presentan adecuada turgencia con mayor aporte hídrico.

El peso de los frutos de tomate obtenidos, son bajos en comparación a los 300 g, reportados por (Escobar y Lee, 2014) y los 250 a 300 g encontrados dentro de las especificaciones de Semillas Arroyabe (2015). Ante esto Dogliotti (2002) y Villalobos (2001), explican que la relación es directa entre el tamaño de la fuente (principalmente hojas) y el tamaño alcanzado por

el sumidero (principalmente frutos), que posee habilidad competitiva por atraer asimilados fotosintéticos del follaje. Esto es alterado por la circulación hídrica de la propia planta o los factores exteriores climáticos, los cuales en la fase vegetativa sufrió dentro del invernadero por averías técnicas del sistema de control de clima, por tanto el cultivo fue afectado por extremos del clima en la época de desarrollo del cultivo entre el periodo de Junio a Julio de 2015, exterior al invernadero, esta variación extrema puede ser observada en el Anuario reportado por el Ideam en el año 2015, Ideam (2015), donde hubo fluctuaciones en temperaturas mayores a  $40^{\circ}\text{C}$  al medio día y por debajo de  $10^{\circ}\text{C}$  en la noche, además de una alta humedad mayor de 80 %. Así estudios realizados por Ramírez y Nienhuis, (2011), en híbridos determinó que la productividad y peso de frutos entre híbridos es muy influenciada por los ambientes de clima interiores dentro de invernaderos.

### ***7.2.2.3 Peso de Frutos por planta***

El peso de frutos por planta presenta diferencias significativas en el efecto de la interacción de la lámina de agua aplicada junto con el híbrido, igualmente en el efecto por láminas con los coeficientes  $K_c$ . Así las comparaciones entre medias observadas en la Tabla 26, presentan para la interacción lamina e híbrido a Pietro con lamina de riego con  $K_c = 1.1$  y Mateus en combinación de láminas, calculadas con  $K_c=0.6$  tiene valores de 9.5 Kg y 9.8 Kg Kg/planta, generando el mayor peso de frutos. Por otro lado Mateus combinado con  $K_c = 1.1$ , tiene media de 5.8 Kg/planta y Pietro combinado con la lámina  $K_c = 0.8$  media de 4.8 Kg/planta. Lo anterior da indicar que el potencial fisiológico de Pietro se activa, con mayor aplicación de lámina de agua, ocurriendo lo contrario con Mateus.

Los anteriores resultados se encuentran relacionados de acuerdo a lo investigado por Ramírez (2013) donde evaluó híbrido Michaela en un cultivo bajo invernadero en zona templada, con 57 frutos planta obteniendo la mayor cantidad de frutos y peso de frutos con 5,8 kg/planta. Cardona (2011) argumenta que con un adecuado manejo agronómico (poda, nutrición y sanidad), se han logrado altos rendimientos por planta, con valores superiores a 6,0 kg planta<sup>-1</sup> en cultivo en campo abierto Estrada et al. (2004), en diferentes híbridos investigados igualmente por Estrada et al., (2004). Rosas (2014) demuestran que el híbrido T6 Quetzal puede producir el equivalente de 20.6 kg/planta y en un total obtenido en 288 días después de siembra. Lo anterior permite argumentar la diferencia de expresión fisiológica entre híbridos y donde las producciones de peso por planta se mantienen dentro del rango obtenido de peso de frutos cosechados por planta conforme es el tipo de híbrido.

Otro resultados como lo explica Florido y Bao, (2004) muestra que las respuestas de la planta dependen del genotipo y el estadio de desarrollo de la misma en el momento del estrés, de la duración y la severidad del estrés y de los factores ambientales que lo provoquen. En dependencia de la severidad y duración del estrés, las plantas activan mecanismos de defensa a nivel molecular, morfológico, fisiológico y celular. Esto último permite argumentar lo expresado genotípicamente por el híbrido Mateus y la combinación de lámina de Kc = 0.6, donde al parecer por efectos genotípicos produce mejores rendimiento a menores aplicaciones de lámina de agua.

En un estudio realizado por Ramos et al. (2017), de evaluación de diferentes cubiertas en invernadero en cultivo híbridos de tomate, la cubierta de polietileno transparente aumentó la temperatura del ambiente, el potencial matricial del suelo y disminuyó la humedad relativa,

también aumentó el consumo de agua (84 L/planta/ciclo) y su eficiencia (26 L/ kg fruto) así como el rendimiento (3,23 kg/planta). Este estudio concluyó que la cubierta de polietileno transparente aumentó en 114% la eficiencia en el uso del agua y en 158% el rendimiento de tomate. Lo anterior permite reflexionar acerca de la cubierta con que se encuentra el invernadero donde se llevó a cabo el experimento, dado que presenta una característica opaca. Esta tela opaca, más la nubosidad frecuente en pasto; de acuerdo al estudio nombrado afecta el rendimiento potencial del cultivo.

Deaquiz et al. (2014) en clima frío de Boyacá y Cundinamarca; manejo 5 coeficientes como tratamientos correspondientes a cinco láminas de riego determinadas por cinco coeficientes  $K_c$  multiplicadores de la evaporación ( $K_c$ : 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 o 1,6). La lámina de riego con  $K_c=1,6$  presentó los mejores resultados de masa fresca de hojas, masa seca de hojas, corona y peciolo, área foliar y sólidos solubles totales de frutos; mientras que la lámina de riego de 1,4 obtuvo los mejores resultados de masa fresca de corona y peciolo, raíz, masa seca de raíz, frutos y relación de madurez. El coeficiente de riego  $K_c=1,4$  presentó los mejores rendimientos y mantuvo una alta eficiencia en el uso del agua. El manejo de diferentes láminas de riego afecta las características organolépticas de los frutos de fresa. De alguna forma este estudio permite argumentar que en otros cultivos al aumentar la lámina o lo que es igualmente el valor de  $K_c$ , se obtienen mejores rendimientos, lo cual va de acuerdo a lo experimentado con Pietro.

Lopez (2008) en una investigación realizada en la Estación Experimental Chapingo Mexico a 110 m.s.n.m con el objeto de evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de tomates (*Solanum Lycopersicon L.*), regado por cintas, durante los

meses de enero a julio de 2007. Los tratamientos correspondieron a una reposición de 70, 100 y 150% de la evapotranspiración real ( $ET_{real}$ ), T1, T2 y T3, respectivamente, y un testigo que correspondió a las láminas de agua que el agricultor utiliza tradicionalmente en la zona. Los resultados de este estudio indicaron que el rendimiento total y comercial disminuyó a medida que se aplicaron cantidades de agua menores, siendo el testigo y el tratamiento de 150% de la  $ET_{real}$  (T3) los que alcanzaron las mayores producciones totales. Por otro lado, los sólidos solubles y presión de pulpa de los frutos aumentaron significativamente con la reducción del agua.

#### **7.2.2.4 Rendimiento de Peso**

El rendimiento de peso de frutos por área presenta diferencias significativas en el efecto de la interacción de la lámina de agua aplicada junto con los Híbridos. Por tal motivo las comparaciones entre medias para el rendimiento en peso en Kg por  $m^2$  observadas en la

, presenta para la interacción laminas e híbridos, que las combinaciones del híbrido Pietro con lamina de riego de  $K_c = 1.1$  es más alta con valor de  $10.10 \text{ Kg/m}^2$ , seguido de Mateus en combinación con  $K_c=0.6$  presentan valor de  $7.95 \text{ Kg/m}^2$ , paralelamente Mateus con  $K_c=0.8$  y valor de  $7.4 \text{ kg/m}^2$ . Por tal en primera instancias se observa la gran diferencia de Mateus con Pietro y entre láminas, donde Pietro presenta mayor producción con mayor aplicación de lámina de agua y Mateus menor rendimiento aplicando lámina de agua o con coeficiente  $K_c$  mayores. Siendo contrastante igualmente los menores rendimientos de producción cuando Pietro se aplica con la menor lamina de  $K_c=0.6$ , obteniéndose  $5.9 \text{ Kg/m}^2$  y Mateus con la mayor lamina aplicada de  $K_c=1.1$ , obteniéndose  $4.8 \text{ Kg/m}^2$ , como puede observarse en la tala 18.

Los resultados anteriores permiten apreciar la comparación de rendimiento de tomate con otras investigaciones en semejantes condiciones dentro de invernadero, que de acuerdo a lo

investigado por Carrillo y Jiménez (2003) en Oaxaca, México en clima templado a frío, reporto rendimientos de 30 t/ha y 40 t/ha, equivalente a 3 y 4 Kg/m<sup>2</sup> para un híbrido denominado zafra 2008-09, para dos clases de clima húmedo y cálido a campo abierto, respectivamente. En el presente estudio a nivel experimental se alcanzó rendimientos de 5.8 hasta 10 Kg/m<sup>2</sup>, siendo positivo el resultado obtenido. En Uruguay para diferentes zonas (García et al., 2007) la información relevada en diferentes años indica que el rendimiento promedio de los productores es de 3 Kg/m<sup>2</sup>, lo cual demuestra el adecuado rendimiento obtenido en el invernadero de la granja experimental del Sena-Lope. Grandes productores alcanzan una media de 5 Kg/m<sup>2</sup>; productores más especializados han alcanzado 8 Kg/m<sup>2</sup>, mientras que en experimentos muy controlados superan los 10 Kg/m<sup>2</sup>. Tjalling (2006) en un Híbrido denominado Franco reporto que frutos con peso de 200 a 220 g, buena duración en la planta, cosecha flexible, gran precocidad y productividad en periodos fríos, bajo condiciones óptimas de manejo, presentan 12.0 Kg/m<sup>2</sup>. Ortega et al. (2003), detectaron diferencias significativas entre sustratos, en la evaluación de un híbrido Sun 7705 en mezcla aserrín-composta obteniendo frutos de mayor peso 107.8 g y rendimiento por planta de 4 kg y 25 kg/m<sup>2</sup>. Betancur y Bonica (2010), en una investigación con otros tratamientos de híbridos superan lo reportado por Carrillo y Jiménez (2003) con rendimientos de 14.378 kg/m<sup>2</sup> del híbrido Gabriela en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca en México realizada bajo condiciones áridas en invernadero, no superando los resultados reportados por Castilla (2004) el cual obtuvo 15 kg/m<sup>2</sup> en la región de Almería, España. De acuerdo a lo obtenido en el presente estudio observado en la Tabla 18, se notan valores de rendimiento de 4.75 Kg/m<sup>2</sup> a 10.1 Kg/m<sup>2</sup>, valores que se encuentran dentro de la literatura, anteriormente descrita. Quintana et al. (2010) argumenta la causa a estas diferencias debido a

factores, como: el tipo híbrido utilizado, la fertilización, el clima, el manejo cultural y la presencia de problemas fitosanitarios, entre otros.

Los aumentos y reducciones del rendimiento pueden explicarse con las cantidades de lámina aplicada en diferentes fases del cultivo como lo muestra García et al. (2007), donde expresan que la mayor tasa de aplicación de riego es en el comienzo de floración y cuajado de fruto hasta la primera etapa de maduración. Por otro lado Macías et al. (2010) para tres tratamiento de riego en tomate bola (8.5, 13 y 17.4 Mm<sup>3</sup>/ha) se obtienen 19.1 Kg/m<sup>2</sup>, 18.1 Kg/m<sup>2</sup> y 17.6 Kg/m<sup>2</sup>, mucho mayor que el obtenido con Pietro y Mateus, debido al efecto de iluminación baja producida por el material opaco dentro del invernadero, donde el cultivo de tomate no expuso su potencial fisiológico; adicionalmente los efectos climáticos ocurridos en la época donde se realizó el experimento, mostrados en el Anuario reportado por el Ideam en el año 2015, Ideam (2015) afecto el desarrollo del cultivo. Padrón et al. (2014) en cultivo de pimentón investigo que La producción está estrechamente relacionada con la frecuencia de riego y la cantidad de agua aplicada. El riego deficitario proporciona una estrategia de aplicación de agua, con menor volumen de agua pero en intervalos cortos, proporcionando ahorro de agua. En otro estudio Ferreyra y Selle (1997) encontró en un cultivo de pimentón con frecuencias de riego de un día en tres láminas de agua, aplicados 100% ETc, 80% ETc y 60 % ETc, (evapotranspiración (ETc) correspondiente a 3 mm/día), donde obtuvo producción de 5.03, 4.67 y 4.71 Kg/m<sup>2</sup> para unas eficiencias de riego de 12.0, 13.9 y 18.7 Kg/m<sup>3</sup>, respectivamente y para frecuencias de riego cada 2 días se obtuvo producción de 4.42, 4.46 y 3.90 Kg/m<sup>2</sup> para unas eficiencias de riego de 9.98, 12.93 y 14.67 Kg/m<sup>3</sup>. González (2016) en Costa-Cañete, Lima - Perú determino el rendimiento y la calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) probando cuatro láminas de riego que influyeron significativamente en el rendimiento del tomate, siendo la lámina de riego con 150% de la ETc mostró el mayor rendimiento (4.9 Kg/m<sup>2</sup>) a diferencia de los tratamientos con 100% de la ETc (2.7 Kg/m<sup>2</sup>), 75% de la ETc (1.9 Kg/m<sup>2</sup>) y 50% de la ETc (1.8 Kg/m<sup>2</sup>). Carrillo et al. (2003) evaluó densidades de siembra de tomate (*Solanum lycopersicum*) en invernadero. Donde se investigó en los meses de junio a diciembre del 2001 en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, ubicado en la ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oax., bajo invernadero. Los híbridos de tomate fueron el SXT, DRW3410 y SXT0289. No hubo diferencia estadística para los híbridos, sólo para densidades de plantación, obteniendo los mejores rendimientos 5,3 plantas/m<sup>2</sup> y 4 plantas/m<sup>2</sup> con 17,52 y 17,37 kg/m<sup>2</sup>. Esto expone una gran diferencia en la producción debido a la densidad de planta sembradas y tratadas en el presente estudio, donde se sembraron 6 plantas por m<sup>2</sup>. Esto igualmente afecto el rendimiento de producción, obteniéndose valores más bajos entre 5 a 10 Kg/m<sup>2</sup>, como se muestra en la

de comparación de medias.



Ortega et al. (2003) realizó una investigación en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca a 110 m.s.n.m con el objeto de evaluar el efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de tomates (*Solanum lycopersicum*) FA-144, regado por cintas, durante los meses de enero a julio de 1997. Los tratamientos correspondieron a una reposición de 70, 100 y 150% de la evapotranspiración real (ETreal), T1, T2 y T3, respectivamente, y un testigo que correspondió a las láminas de agua que el agricultor utiliza tradicionalmente en la zona. Los resultados de este estudio indicaron que el rendimiento total y comercial disminuyó a medida que se aplicaron cantidades de agua menores, siendo el testigo y el tratamiento de 150% de la ETreal (T3), con 8.7 Kg/m<sup>2</sup> y 8.9 Kg/m<sup>2</sup>, los que alcanzaron las mayores producciones totales. Por otra parte, la producción de frutos de calibre extra y primera fue significativamente superior en T3 que en el resto de los tratamientos. En cuanto al diámetro ecuatorial y polar, y peso promedio, no se observaron diferencias significativas entre las distintas láminas de agua evaluadas; similar situación se observó en el porcentaje de materia seca. Por otro lado, los sólidos solubles y presión de pulpa de los frutos aumentaron significativamente con la reducción del agua. Lo anterior refuerza que al aplicar mayor lámina de agua produce mayor rendimiento. Los valores de producción se encuentran dentro del rango del presente estudio de 5 a 10 Kg/m<sup>2</sup>.

El principal factor interesante del estudio es el resultado de la diferencia obtenida entre los rendimientos por Pietro y Mateus. Esto abre la posibilidad de continuar investigando sobre el uso de híbridos como Mateus, donde se obtuvo mayor rendimiento a menor lámina de agua o menor coeficiente Kc, abriendo la posibilidad de utilizar este tipo de híbridos con fines de obtener

adecuados rendimientos, pero con la posibilidad de ahorro hídrico, aportando consecuentemente al cuidado del recurso hídrico.

### ***7.3 Índices de Eficiencia Nutricional.***

A continuación se exponen los resultados de los índices de eficiencia nutricional: coeficiente de utilización biológica (CUB) y eficiencia de utilización de nutrientes (EUN). Como se describió en la metodología, los índices CUB y EUN son analizados a partir de su obtención a partir de la zona foliar y radicular de las plantas de tomate.

#### ***7.3.1 Coeficiente de utilización biológica (CUB), Foliar***

A continuación en las Tabla 2 y Tabla 2, se muestran los resultados de la prueba de Andeva para los coeficientes de utilización biológica (CUB) en la zona Foliar, para los elementos nutricionales K, P, Ca, Mg, Mn, Cu y Fe. Los coeficientes de variación en los elementos analizados se encuentran en un rango menor de 20 %, aceptable para la investigación. El CUB de los elementos que no presentaron diferencias, infiere que el elemento en cuestión tratado bajo el índice, no incidió en aumentar o disminuir la capacidad de eficiencia fisiológica entre el tratamiento de los híbridos y láminas calculadas bajo los coeficientes Kc. Por tal como se observa en las Tabla 2 y Tabla 2, ninguno de los elementos produjo diferencias en eficiencia de producción de biomasa en la hoja por elemento acumulado. El elemento Fe como se muestra en la **Error! Reference source not found.** presenta 11 GL, esto porque se eliminó el bloque 3 dado que se encontraba desbalanceando el estadístico, generando coeficiente de variación de 145 % y correlación baja de 0.31, así que al eliminarlo, disminuyó el error debido al desbalance en los bloques, sin embargo no se generaron diferencias significativas.

**Tabla 19**

**Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en hojas, para los elementos nutricionales K, P, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.**

<b>F.</b>	<b>GL</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>K</b>	<b>P</b>
<b>VARIACION</b>		<b>(kg/kg)</b>	<b>(kg/kg)</b>	<b>(kg/kg)</b>	<b>(kg/kg)</b>
Modelo Franjas	13	265.6 <sup>ns</sup>	3246.2 <sup>ns</sup>	2035.3 <sup>ns</sup>	885.8 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	116.1 <sup>ns</sup>	956.8 <sup>ns</sup>	1073.6 <sup>ns</sup>	196.7 <sup>ns</sup>
Bloque	2	225.3 <sup>ns</sup>	367.3 <sup>ns</sup>	2566.1 <sup>ns</sup>	2684.9 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	532.6 <sup>ns</sup>	7446.7 <sup>ns</sup>	3052.3 <sup>ns</sup>	463.9 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	4.09 <sup>ns</sup>	432.1 <sup>ns</sup>	204.2 <sup>ns</sup>	266.9 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	136.5 <sup>ns</sup>	2388.6 <sup>ns</sup>	102.6 <sup>ns</sup>	1343.3 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Hibrido	2	181.3 <sup>ns</sup>	2277.9 <sup>ns</sup>	3280.5 <sup>ns</sup>	471.4 <sup>ns</sup>
Error	4	222.5 <sup>ns</sup>	6007.2 <sup>ns</sup>	2084.9 <sup>ns</sup>	652.2 <sup>ns</sup>
Total	17				
<b>R<sup>2</sup></b>		0.80	0.64	0.76	0.82
<b>CV</b>		16.00	15.45	20.11	16.62

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación; \*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 20**

**Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en hojas, para los elementos menores Mn, Cu y Fe. Durante la fase Producción 104 a 153 DDT.**

<b>F. VARIACIÓN</b>	<b>GL</b>	<b>Mn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>
		<b>(kg/kg)</b>	<b>(kg/kg)</b>	<b>(kg/kg)</b>
Modelo Franjas	13	280788659.0 <sup>ns</sup>	608210844.1 <sup>ns</sup>	7432390.9 <sup>ns</sup>

Kc para Lamina	2	237953554.7 <sup>ns</sup>	254522287.4 <sup>ns</sup>	2518852.7 <sup>ns</sup>
Bloque	2	862012705.9 <sup>ns</sup>	1602181478.1 <sup>ns</sup>	36969777.6 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	253254995.7 <sup>ns</sup>	427986253.1 <sup>ns</sup>	3523399.2 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	196712752.9 <sup>ns</sup>	975921031.6 <sup>ns</sup>	14414.4 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	26370894.4 <sup>ns</sup>	742679918.4 <sup>ns</sup>	12837111.0 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Hibrido	2	93922760.9 <sup>ns</sup>	10053780.5 <sup>ns</sup>	2492855.5 <sup>ns</sup>
Error	4	97824210.4 <sup>ns</sup>	230534364.9 <sup>ns</sup>	881146.1 <sup>ns</sup>
Total	17			
<b>R<sup>2</sup></b>		0.90	0.90	0.97
<b>CV</b>		15.94	43.71	14.30

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

### 7.3.2 Coeficiente de utilización biológica (CUB), Raíz

Los cuadrados medios de los coeficientes de CUB en raíces muestran que hubo diferencias significativas para los elementos Ca, P y Mn, Los elementos Mg, K, Cu y Fe no presentaron diferencias significativas.

#### Tabla 21

*Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la raíz, para los elementos nutricionales Ca, Mg, K y P. Durante la fase Producción 104 a 153 DDT.*

F. VARIACION	GL	Ca (kg/kg)	Mg (kg/kg)	K (kg/kg)	P (kg/kg)

Modelo	13	515.56 <sup>ns</sup>	9512.1 <sup>ns</sup>	2023.9 <sup>ns</sup>	4715.1 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	702.80 <sup>*</sup>	11576.3 <sup>ns</sup>	2334.0 <sup>ns</sup>	2002.6 <sup>*</sup>
Bloque	2	1355.7 <sup>ns</sup>	22309.4 <sup>ns</sup>	4617.5 <sup>ns</sup>	16817.8 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	49.71 <sup>ns</sup>	6344.4 <sup>ns</sup>	1260.4 <sup>ns</sup>	3838.1 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	1255.34 <sup>*</sup>	14502.8 <sup>ns</sup>	115.6 <sup>ns</sup>	6938.0 <sup>*</sup>
Hibrido*Bloque	2	57.45 <sup>ns</sup>	7937.4 <sup>ns</sup>	1701.5 <sup>ns</sup>	373.20 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Hibrido	2	508.05 <sup>ns</sup>	65.5 <sup>ns</sup>	1923.7 <sup>ns</sup>	309.11 <sup>ns</sup>
Error	4	618.36	12214.5	4751.8	415.2
Total	17				
<b>R<sup>2</sup></b>		0.73	0.72	0.58	0.97
<b>CV</b>		16.34	14.42	29.84	9.05

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 22**

**Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en raíz, para los elementos nutricionales Ca y P. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS		Ca	P
		(kg/kg)	(kg/kg)
LAMINAS (Kc)	0.6	142.40 b	229.3 ab
	0.8	163.80 a	241.1 a
	1.1	150.31 ab	205.2 b
HIBRIDOS	Pietro	143.82 b	244.81 a
	Mateus	160.52 a	205.54 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ; para el calcio LSD (lamina Kc)=22.5 y LSD (hibrido)= 15.3; para el calcio LSD (lamina Kc)=35.9 y LSD (hibrido)= 41.2)

**Tabla 23**

**Cuadrados medios de los valores de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la Raíz.**

**Para los elementos nutricionales Fe, Mn y Cu. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.**

F.	GL	Mn	Cu	Fe
VARIACION		(kg/kg)	(kg/kg)	(kg/kg)
Modelo Franjas	13	21550924.4 <sup>ns</sup>	1680452906.2 <sup>ns</sup>	31734320.6 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina	2	38620363.5 <sup>*</sup>	1182702397.6 <sup>ns</sup>	75153308.2 <sup>ns</sup>
Bloque	2	17118580.6 <sup>ns</sup>	3727824023.2 <sup>ns</sup>	69160203.9 <sup>ns</sup>
Kc para Lamina*Bloque	4	5358006.1 <sup>ns</sup>	2341294727.6 <sup>ns</sup>	30566936.2 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	43001652.3 <sup>ns</sup>	255734189.4 <sup>ns</sup>	28987.5 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	23576526.6 <sup>ns</sup>	199957442.9 <sup>ns</sup>	155108.6 <sup>ns</sup>

Kc para Lamina*Hibrido	2	28548699.6 <sup>ns</sup>	1002003476.9 <sup>ns</sup>	656097.2 <sup>ns</sup>
Error	4	12401730.9 <sup>ns</sup>	3318628481.4 <sup>ns</sup>	9420743.4 <sup>ns</sup>
Total	17			
<b>R<sup>2</sup></b>		0.85	0.62	0.92
<b>CV</b>		17.61	39.34	34.38

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación ;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

#### **Tabla 24**

**Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en la raíz, para los elementos menores para Mn. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Mn (Kg/Kg)</b>
0.6	22495.28 a
<b>LAMINAS (Kc)</b>	
0.8	20077.72 ab
1.1	17422.99 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, (P<0,05; n=18; LSD=6157.47).

A continuación se expone y discute los resultados de los cuadrados medios y comparación de medias de los efectos de tratamientos a los elementos con diferencias significativas de CUB en Raíces, obtenidos en las tablas

Tabla 22

Tabla 23

Tabla 24.

En el análisis de comparación de medias para los valores de CUB en raíces, obtenidos para Ca, permite manifestar que el calcio presenta una mejor respuesta a láminas de agua con coeficiente de  $K_c=0.8$ , seguido de  $K_c=1.1$ , con valores respectivamente de 163.8 kg/kg y 150.31 kg/kg. Entre híbridos presenta mejor respuesta Mateus con 160.52 kg/kg a diferencia de Pietro con 143.82 kg/kg. Respecto a esto el Ca es un elemento inmóvil en la planta y poco móvil en el suelo (Castro et al., 2006), adicionalmente el Ca se absorbe en mayor proporción por difusión en masa (Jungk, 1996), proceso por el cual el agua es fundamental, así puede inferirse sobre el resultado anterior donde valores de  $K_c = 0.8$  y  $1.1$  presentaron mayor CUB a diferencia de  $K_c=0.6$ ; el hecho de que  $K_c=0.8$  tuviera mayor CUB a diferencia de  $K_c=1.1$  puede atribuirse que mayores laminas producen lixiviación en el elemento. Tjalling (2006) afirma que el agua de riego afecta en buena proporción la absorción de Ca, causando deficiencia si no se aplica lo suficiente. Adicionalmente el Ca por ser un elemento poco móvil en la planta, manifiesta mayor su incidencia en la raíz, dado que es el órgano principal de recepción mediante flujo de masa Ca, además que la planta prioriza el orden de repartición de asimilados en Raíz > Hojas Jóvenes > Flores (Gaspar, 2002). Delgado y Chaves (2015) especifica que el Ca es un elemento esencial para el crecimiento de las raíces, es requerido para mantener la integridad de la membrana y se encuentra en las paredes celulares en forma de pectatos de Ca. Así el CUB indica que por cada elemento acumulado en raíz es usado más eficientemente y produce mayor biomasa por cada kg acumulado. Santos et al. (2008) encontró valores de CUB en soya para raíz de 107.1 kg/kg y grano de 320.8 kg/kg. Paiva (2009) en evaluaciones realizadas en piña obtuvo valores de 833 kg/kg en raíz, 357 kg/kg en hojas y fruto de 1666.7 kg/kg. Resultados en eucalipto se ha obtenido alrededor de 418 kg/kg en hojas (González, 2016). Por otra parte como lo argumenta Delgado y



Chaves (2015) existe diferencias de absorción de Ca entre especies y variedades, así las diferencia de medias de valores de CUB para Ca entre híbridos donde Mateus con 160 kg/kg presenta mejor eficiencia indicada por CUB a diferencia de Pietro con 143.8 kg/kg, esto tal vez se deba que las condiciones de láminas aplicadas con  $K=0.8$  y 1.1, que en los resultados de producción no beneficiaron a Mateus, más las condiciones de invernadero, este Híbrido se encontraba contrarrestando los efectos fisiológicos que lo estaban afectando, así el Ca actuaba con CUB más alto en la zona radicular.

El fosforo al igual que el calcio en la tabla

Tabla **2** sobre los cuadrados medios presento diferencias en el efecto entre las láminas y los híbridos. Los valores de comparación de medias para CUB en raíz, en la Tabla 22 para P presento mejor CUB para la lámina con  $K_c=0.8$ , seguido de  $K_c=0.6$ , por el contrario  $K_c=1.1$  fue más bajo con 205.2 kg/kg. Esto indica que las mejor eficiencia de producción de biomasa por elemento acumulado en la raíz se presentan con  $K_c=0.8$ , seguido de  $K_c=0.6$ .

Castro et al. (2006) argumentan para el P mayor movilidad en la planta y poca en el suelo. Este elemento se recuerda por ser utilizado en gran medida para floración y fructificación y enraizamiento, Mengel y Kirkby (2000), por tal cumple gran eficiencia en la zona radicular. Adicionalmente la forma de absorción del fosforo es mediante difusión donde la raíz contiene mayor concentración de P para poder absorber otras cantidades de P y otros elementos en la solución del suelo Torrez (2006). Siendo como se dijo anteriormente el P hace parte del crecimiento de los meristemas apicales de la raíz (Mengel y Kirby (2000); Saravia (2004)). En una investigación de tomate Calderón (2005) y Voogt (1993) encontró que en Hojas existe un 20

%, Frutos 60 % y tallos 15 % del contenido de P en toda la planta. Paiva (2009) reporta valores de CUB de 2500 kg/kg para raíz y 1000 kg/kg para hojas en cultivares de Piña. Leite et al. (1998) reporta CUB para P en un cultivo de soja de 415.3 kg/kg en raíces. González et al. (2016). Obtuvo 10,670 kg/kg de CUB en la parte radicular. Esto afirma que el CUB es mayor en raíces en comparación con el sistema foliar, donde con poco elemento puede producir mayor eficiencia de producción de biomasa, esto está acorde a lo observado en el presente estudio, donde al comparar los valores de medios de CUB en hojas y raíces (ver Anexo 24 Anexo 25), se observan las diferencias. Sanchez (2000) sostiene que la movilidad del fósforo al aplicarlo por fertirrigación es muy superior al previsto al que se consigue con la incorporación en forma sólida. Adicionalmente la frecuencia de aplicación de fósforo por fertirrigación puede aumentar sustancialmente el tiempo promedio de la concentración de P en la solución suelo arriba de las consideraciones de solubilidad. De lo anterior, los efectos de las láminas en el CUB para el P incidente en las raíces, expresa que el coeficiente  $K_c=0.8$  fisiológicamente incide en la eficiencia de producción de biomasa por cantidad mínima de P es mayor. En cuanto a la diferencia producida entre híbridos, se observa que Pietro presenta mayor CUB con valor de 244.8 kg/kg a diferencia de Mateus con 205.5, esto como lo expresa Delgado y Chaves (2015) se debe que el P es difiere en capacidad de absorción fisiológica difiere entre especies y entre variedades. Adicionalmente al retomar las mayores producciones y rendimientos causadas por Pietro, observados en los resultados obtenidos, relaciona que el fosforo induce en la proliferación y estimulación de flores, explicándose que el P presenta mayor CUB en Pietro a diferencia de Mateus.

### 7.3.3 Los microelementos en el CUB

El cuadrado medio y la comparación de medias de CUB para los microelementos en Raíces mostrados en las

#### Tabla 23

Tabla 24, respectivamente. Presento diferencias estadísticas significativas solo para el elemento Mn en el tratamiento con las láminas. Los elementos Cu y Fe no mostraron diferencias esenciales, afirmándose que para el cultivo de tomate la respuesta fue similar estadísticamente en estos últimos, donde la eficiencia nutricional en raíz indicada con CUB no muestra cambios significativos en producción de biomasa por concentración mínima de elemento. Las plantas con menor media de lámina  $K_c=0.6$  presento mayor CUB con 22495.3 kg/kg, seguido de  $K_c=0.8$  con 2007.7 kg/kg y contrastantemente menor CUB en  $K_c=1.1$  con 17422.99 kg/kg. Esto indica que fisiológicamente el Mn presenta mayor eficiencia nutricional de producción de biomasa por cada unidad de Mn contenido en raíz con cantidades menores de lámina aplicadas. Esto tal vez es una acción fisiológica que permite corregir algún aspecto nutricional de la planta en la raíz, donde el Mn hace parte.

Castro et al. (2006) argumenta que el Mn en el suelo es móvil y en la planta es poco móvil, siendo el movimiento en forma de difusión el que mayor representa esta movilidad. Esto puede explicar el CUB bajo a mayores laminas, debido que la planta puede incrementar la concentración de Mn para absorción por difusión. Adicionalmente valores de CUB bajo se obtienen al aplicar mayores láminas de agua, debido que el Mn puede sufrir factores de óxido reducción, lixiviación y escorrentía en el suelo (Castro et al. 2006). El efecto contrario de presentar mayor CUB al aplicar menor lámina de agua, es por el efecto contrario de lo

comentado anteriormente, donde al presentar mayor Mn disponible en el suelo por impedimento de lixiviación el factor de difusión puede verse favorecido para la absorción del elemento. Otro factor atribuible a este hecho es el orden de envío de los asimilados en tomate: Raíz > Hojas Jóvenes > Flores, argumentado por Gaspar (2002), cuando se aplicó foliarmente los micronutrientes en el periodo de floración en la fase de Producción.

#### 7.4 Eficiencia de utilización de nutrientes (EUN)

En la tablas 25 y 26, se presentan los cuadrados de medios y comparación de medias, respectivamente para la eficiencia de utilización de nutrientes (EUN). Las diferencias significativas tienen efecto sobre las láminas en el K, por tal valores mayores de EUN resulto en  $K_c=1.1$  con 3.98 kg/kg, seguido de  $K_c=0.8$  con 3.0 kg/kg y  $K_c=0.6$  con 2.59 kg/kg. Santana et al. (2000) en estudios realizados para diferentes especies de Eucalyptus en varios estados de Brasil, con distintas condiciones climáticas y edáficas, obtuvieron valores promedio fósforo y magnesio con 5.319 y 3.095 kg/kg; potasio, nitrógeno y calcio de 822, 589 y 513 kg/kg, respectivamente.

**Tabla 25**

***Cuadrados medios de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.***

<b>F. VARIACION</b>	<b>GL</b>	<b>Ca (kg/kg)</b>	<b>Mg (kg/kg)</b>	<b>K (kg/kg)</b>	<b>P (kg/kg)</b>	
Modelo	13	8.05 <sup>ns</sup>	4.33 <sup>ns</sup>	1.61 <sup>ns</sup>	0.07	<sup>ns</sup>
Lamina	2	7.45 <sup>ns</sup>	2.45 <sup>ns</sup>	3.06*	0.03	<sup>ns</sup>
Bloque	2	5.18 <sup>ns</sup>	8.29 <sup>ns</sup>	6.15*	0.34	<sup>ns</sup>
Lamina*Bloque	4	15.2 <sup>ns</sup>	6.24 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.02	<sup>ns</sup>
Hibrido	1	4.88 <sup>ns</sup>	4.36 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	2.7E-03	<sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	3.78 <sup>ns</sup>	2.07 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	0.03	<sup>ns</sup>

Lamina*Hibrido	2	3.07 <sup>ns</sup>	0.63 <sup>ns</sup>	0.59 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
Error	4	6.88 <sup>ns</sup>	4.92 <sup>ns</sup>	1.87 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
Total	17				
<b>R<sup>2</sup></b>		0.79	0.74	0.74	0.90
<b>CV</b>		17.03	18.52	42.97	16.46

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 26**

**Cuadrados medios de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.**

F. VARIACION	GL	Mn	Cu	Fe
Modelo	13	0.03 <sup>ns</sup>	3.39 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
Lamina	2	0.03 <sup>ns</sup>	3.80 <sup>ns</sup>	4.7E-03 <sup>ns</sup>
Bloque	2	0.11 <sup>ns</sup>	3.83 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>
Lamina*Bloque	4	0.02 <sup>ns</sup>	3.55 <sup>ns</sup>	4.7E-03 <sup>ns</sup>
Hibrido	1	0.03 <sup>ns</sup>	8.00 <sup>ns</sup>	8.9E-05 <sup>ns</sup>
Hibrido*Bloque	2	0.01 <sup>ns</sup>	3.17 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>
Lamina*Hibrido	2	3.9E-03 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>
Error	4	3.9E-03 <sup>ns</sup>	1.91 <sup>ns</sup>	
Total	17			0.02 <sup>ns</sup>
<b>R<sup>2</sup></b>		0.97	0.85	0.82
<b>CV</b>		13.48	41.97	49.93

\* = existe diferencia significativa con una confiabilidad del 95 %; **GL**: Grados de Libertad; **R**: factor de correlación ;

\*\* = existe alta diferencia significativas con una confiabilidad del 99 %; **CV**; coeficiente de variación; **ns** = no existen diferencias significativas o se acepta la hipótesis nula

**Tabla 27**

**Cuadro de Comparación de Medias de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS	K (kg/kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>	

0.6	2.59 b
0.8	3.00 b
1.1	3.98 a

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

El resultado del potasio se debe posiblemente porque este elemento es mayormente móvil en la planta, pero en el suelo es poco móvil, así la causa sobre los efectos en las láminas de agua aplicada sobre la eficiencia, se explica por el mayor grado de dilución en medio acuoso de  $K_2O$  (Sanchez, 2000). Además la planta absorbe el K mediante flujo de masa donde es influenciado por el agua (Castro et al. 2006; Mengel y Kirby (2000)). Sanchez (2000) además explica como los nutrientes aplicados en forma de sales al entrar en contacto con el agua se disocian en iones como  $K^+$ , los cuales estos quedan disponibles y son absorbidos por la planta. Así el EUN indica que por cada unidad de nutriente aportado al suelo, la planta absorbe de forma eficiente el valor de 3.98 kg/kg para la lámina con coeficiente de  $K_c=1.1$ , en comparación con los EUN de 2.59 kg/kg para  $K_c=0.6$  y 3.00 kg/kg para  $K_c=0.8$ , los cuales presentan baja eficiencia de absorción por unidad de nutriente aportado.

En otros artículo Gandica y Peña (2005) investigaron 4 híbridos de tomate, bajo dos fases de desarrollo 30 y 80 ddt, bajo invernadero ubicado en el estado de tachira venezuela a 892 msnm, en estos las eficiencias EUN para K fueron: 1 Kg/Kg y 4.0 Kg/kg para Híbrido Cid, 7.8 y 4.5 Kg/Kg para Denominator, 6.3 y 1.9 Kg/Kg para Híbrido L2 y 7.3 a 2.3 Kg/Kg para Híbrido L3, en estos se pone de manifiesto el aumento de la eficiencia con el desarrollo fenológico del cultivo, además de que los valores de EUN son altos para algunos híbridos. Otro estudio en salamanca España bosques forestal de quecos pirenaica Martín et al. (1996) dio 5.0 Kg/Kg a 6.0

Kg/Kg. Puede apreciarse que el EUN para K, sus valores son bajos comparados a los valores de EUN mencionados en las investigaciones consultada, esto puede deberse a antagonismos entre Mg y Ca (Delgado y Chaves 2015), además de recordar las altas concentraciones en la cuales se encontraba el K solución del suelo en el área del invernadero (ver Tabla 5 análisis del suelo). Relacionando los resultados de los rendimientos de producción sobre tomate obtenida, puede observarse, que los rendimientos en los láminas con coeficientes Kc 0.6 y 0.8, fueron bajos menor a 6 kg/m<sup>2</sup>, debido que el diámetro de los frutos en promedio era pequeño menor a 8 mm de acuerdo a lo normal entre 8 a 12 mm. Esto tal vez se deba a una sobre concentración de K en la solución del suelo. Adicionalmente a lo enunciado por de Arco et al. (1991) Citado en: Martín et al. (1996), el tomate por ser una planta de ciclo corto el valor de EUN, es relativamente bajo, en cuanto que, debido a la traslocación entre órganos de reserva y de fuentes, estos, representan un mecanismo a través del cual las plantas maximizan la EUN mayor a 10 kg/kg, cuando los nutrientes son escasos en el suelo evitando su pérdida. Además como lo explica Ardila (2011) por efectos de la relación fuente/sumidero la cantidad de K existente es priorizado a las fuentes sumidero de los tomates en el momento en desarrollo, este aspecto fisiológico al momento del desarrollo del cultivo no se tuvo en cuenta, dado que no hubo manejo de podas de frutos y tampoco de flores, habiendo así distribución de nutrientes de forma equitativa y no diferenciada conforme el desarrollo normal de la planta. Adicionalmente como lo expone Saravia (2004) el K está involucrado en múltiples funciones en la planta, como: fomentando la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas; mejorando la eficiencia en el consumo de agua, al aumentar la presión osmótica de las células, volviéndolas más turgentes y acelerando el flujo y translocación de los productos asimilados.

## Balance Hídrico

En base al suministro hídrico durante el desarrollo del cultivo en las dos fases, se realizó la cuantificación del gasto total de volumen de agua de riego sobre cada módulo de riego, correspondiente a cada Kc asignado en la fase de desarrollo por área en m<sup>2</sup> por día, como se muestra en la siguiente tabla 28.

**Tabla 28**

**Resumen de gasto hídrico en riego por Kc asignado en cada módulo en las fases de establecimiento y producción del cultivo establecido de tomate.**

Fase de desarrollo		Establecimiento (0-70 DDT)		
Módulos de riego	Kc	Total lts consumidos x Modulo de riego	lts/m <sup>2</sup> /día	% de Gasto Hídrico
Módulo de Riego 1	0.1	410.2	0.26	16.61
Módulo de Riego 2	0.2	806.1	0.51	32.65
Módulo de Riego 3	0.3	1252.8	0.80	50.738
<b>Gasto Total</b>		2469.1		

Fase de desarrollo		Producción (71-153 DDT)		
Módulos de riego	Kc	Total lts consumidos x Modulo de riego	lts/m <sup>2</sup> /día	% de Gasto Hídrico
Módulo de Riego 1	0.6	2918.1	0.55	23.9
Módulo de Riego 2	0.8	3823.4	0.72	31.4
Módulo de Riego 3	1.1	5446.5	1.03	44.7
<b>Gasto Total</b>		12188.0		

Gasto Total Hídrico de Riego			
Módulos de riego	Total lts gastados	Total m <sup>3</sup> gastados	% de Gasto
Módulo de Riego 1	3328.3	3.3	22.7
Módulo de Riego 2	4629.6	4.6	31.6
Módulo de Riego 3	6699.2	6.7	45.7
<b>Gasto Total</b>	14657.1	14.7	



El total de agua gastado en el área de cultivo en el desarrollo de la planta fue de aproximadamente  $15 \text{ m}^3$ , siendo este valor resultado de la suma del gasto en los tres módulos, así el módulo de riego 3 (Kc 0.3 y 1.1), como es obvio es el que mayor gasto hídrico presenta, con 45.7 % del gasto total, correspondiente a  $3.3 \text{ m}^3$ , seguido del módulo 2 (Kc 0.2 y 0.8) con 31.6 % del total gastado, correspondiente a  $4.6 \text{ m}^3$  y el módulo 1 (Kc 0.1 y 0.6) con 22.7 %, correspondiente a  $6.7 \text{ m}^3$ .

En estudios realizados por Ramos et al. (2017) en Santa Cruz Oaxaca México se encontró un volumen de gasto hídrico de 0.4 lts/planta/día con rendimiento de 3.23 Kg/planta, en ambiente de invernadero con cubierta opaca, esto es equivalente al obtenido por el módulo de riego 3 con Kc de 1.1, el cual al realizar su conversión a las unidades de lts/planta/día es de 0.41 lts/planta/día, con rendimiento de 3.1 Kg/planta, semejante al valor dado por Ramos.

En Talca Chile dentro de un invernadero en la época de primavera – verano, se probaron 4 láminas de riego programadas respecto a la ETreal (Evapotranspiración real), siendo la más baja de 60 % de ETreal de 2 mm/día, con esta lámina se gastó  $1607 \text{ m}^3/\text{ha}$ , produciendo un rendimiento de 134 t/ha, para todo el ciclo de cultivo, muy alto gasto a la obtenida en el presente trabajo con  $441 \text{ m}^3/\text{ha}$  con igual proporción de 60 % de ETreal y rendimiento de producción de 70 t/ha, correspondiente a 2 mm/día. Esto denota el gasto que debe hacerse de agua para producir el doble de rendimiento en producción, pero con efectos de exceso de gasto hídrico.

En una investigación de la Universidad Nacional (Vallejo F. A. y Estrada E. I. 2004), menciona lo recomendado por Escobar H. y Lee R. (2001), las cantidades de suministro de agua para cultivo de tomate en zona de la sabana de Bogotá, así argumentan que para los 70 ddt, la

cantidad suministrada de agua va de 1 a 4 l/m<sup>2</sup>-día y para los días restantes hasta 153 ddt es de 4 a 5 l/m<sup>2</sup>-día, mucho más alto que el suministrado en el presente trabajo (ver tabla 28), los cultivos a los que se recomendó esta cantidad de agua es para diferentes híbridos de tomate de mesa.

En un estudio realizado en Merida Venezuela se llevó a cabo un experimento con riego deficitario en cultivo de Pimentón, el cual es un cultivo que presenta menor requerimiento hídrico (Rodríguez et al. 2014), en este artículo argumentan que se gastaron con 100 % del ETr, correspondiente a 4431 m<sup>3</sup>/ha; con 80 % ETr, correspondiente a 3451 m<sup>3</sup>/ha y con 60%, correspondiente a 2658 m<sup>3</sup>/ha, lo cual como se observa es muy alto para lo obtenido en el trabajo realizado, ya que en el presente trabajo lo máximo gastado estuvo alrededor de 441.2 m<sup>3</sup>/ha, correspondiente a 60 % de la ETr (2 mm/día).

La FAO en su documento (FAO, 2006) expone las cantidades hídricas recomendadas sobre riego en lámina para tomate sobre clima subhúmedo de 4 a 7 mm/día, correspondiente a 4 a 7 lts/m<sup>2</sup>/día y árido de 8 a 9 mm/día, correspondiente a 8 a 9 lts/m<sup>2</sup>/día. Estos valores son muy altos en comparación con los probados en el estudio, mostrados en la tabla 28, por lo que nuevamente se demuestra el control y ahorro hídrico con el sistema de fertirrigación por medio de goteo, dentro del invernadero; siendo un 70 a 80 % reducido el gasto recomendado de FAO, por el experimentado en el estudio.

## 8. Conclusiones

- El número de flores en la fase floración, produjo diferencias significativas sobre el factor de tratamiento entre híbridos, siendo Pietro el que mayor número de flores produjo a diferencia de Mateus.
- Los mejores resultados obtenidos en cuanto rendimiento y pesos de fruto, lo obtuvieron el híbrido Mateus, combinado con la aplicación de lámina de agua de coeficiente  $K_c=0.6$  ( $325.54 \text{ cm}^3/\text{planta}/\text{día}$ ) y el Híbrido Pietro, combinado con la aplicación de lámina de agua de coeficiente  $K_c=1.1$  ( $607.60 \text{ cm}^3/\text{planta}/\text{día}$ ).
- El CUB presentado sobre las hojas para los elementos K, P, Ca, Mg, Mn, Cu y Fe, no presentó afectos sobre los tratamientos de acuerdo a las láminas de agua con los  $K_c$  aplicados a los híbridos; sin embargo el CUB obtenido en la Raíz si lo manifestó en Ca, P y Mn sobre los tratamientos de Lámina de agua calculado con  $K_c$  y los Híbridos.

## Referencias Bibliográficas

- El EUN presentado sobre el indicador de eficiencia en la planta, solo obtuvo diferencias sobre el K, el cual produjo mayor EUN, bajo el tratamiento con la mayor láminas de agua, calculado con  $K_c=1.1$  ( $607.60 \text{ cm}^3/\text{planta}/\text{día}$ ).

- Allen, R. G., Pereira, L. S.; Raes, D., y Smith, M., 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para determinación los requerimientos de agua de los cultivos. Food y Agricultura Org. <http://www.fao.org/home/es/>
- Arco J. M., Escudero A. y Garrido M. V. 1991. Effects of site characteristics on nitrogen retranslocation from senescing leaves. *Ecology*, 72: 701-708. Citado en: MARTÍN 1996, Eficiencia, retranslocación y balance de nutrientes en bosques de *Quercus Pyrenaica* bajo diferente pluviometría en la Sierra de Gata
- Ardila R, G. 2011. Estudio del crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico, bajo cubierta plástica. Trabajo final presentado para optar al título de Especialista en Horticultura. Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- Arjona, E. 2002. Taller sobre tomate. Comité hortofrutícola del Valle del Cauca, Asofrucol. p. 74.
- Arroyave Semillas, 2015. Tomate mateus híbrido redondo indeterminado. Semillas Arroyave SAS. Bogotá, Cundinamarca, Colombia Consultado enero de 2015 en: <http://www.semillasarroyave.com>
- Autoagronom, 2012. Sistema Electrónico para captura y medición de Información y Automatización de Riego. Sena. Pasto.
- Barraza, F.V. 2000. Crecimiento del Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 142 p.
- Barros, N.F.; Novais, R.F.; Carmo, D.N. & Neves, J.C.L., 1986. Classificação nutricional de

- sítios florestis - Descrição de uma metodologia. R. *Árvore*, 10:106-112.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Javier Z. Castellanos. Y José de Jesús Muñoz. (Eds.) Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero.
- Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por los cultivos. San José, Costa Rica, 307 p.
- Betancur, Á., y Bonica, J. 2010. Resultados experimentales en cultivo de tomate. Programa Nacional de Investigación en Producción Hortícola, INIA. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, República Oriental del Uruguay; Serie Actividades de Difusión N° 606.
- Burbano H. y Silva M., 2013. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Ciencias del Suelo. Principios Básicos. Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo. Editores Burbano H. y Siva M. F. Segunda Edición. Bogotá D.C. Colombia. p: 217-303.
- Cadahía, L. C., 2005. Nutrición en Fertirrigacion. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales. 3a Edición actualizada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Calderón, F., 2005. Requerimiento nutricional de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá. Dr. Calderón Laboratorios Ltda.
- Calvache, 2002. Manejo del agua: principios fundamentales. Presentado en Simposio Internacional: Salinidad del Suelo: Causas y Control. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cardona, P. E., 2011. Respuesta fisiológica del tomate (*Solanum lycopersicon* L.) UNAPAL-Maravilla, a diferentes láminas de riego y su efecto en la absorción de nutrientes (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).

- Carrillo, C. J., Jiménez F., Ruiz J., Díaz G. , Sánchez P, Perales C, Arellanes A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) en invernadero. Instituto tecnológico agropecuario de Oaxaca. Mexico. *Agronomía mesoamericana* 14(1): 85-88.
- Castilla, N. 2004. Invernaderos de plástico: tecnología y manejo (p. 457). Madrid: Mundi Prensa.
- Castro, H., Espinoza, J. Gómez, M. 2006. El diagnóstico integral de la fertilidad del suelo a partir de indicadores analíticos. *Revista UDCA Bogotá*, 8 (2): 26 p.
- CCB, 2015. Manual Tomate. Programa de apoyo Agrícola y Agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá D. C.
- Carrillo F., Mejía B. y Franco H. 1994. Cenicafé. Análisis Foliares. Manual de Laboratorio. Chinchina - Caldas - Colombia
- Clavijo J., Lora R., Malavolla E., Zapata R., Espinosa J., Amézquita E., León A., Guerrero R., Muñoz R., Burbano H., Fernando L., Villar H., Barrera L., García A., 2001. Fertilidad de Suelos. Diagnóstico y Control. Segunda edición. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, D.C., Colombia.
- Corponariño y Udenar, 2007. Proyecto estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño. Tomo IV Evaluación, conclusiones y recomendaciones. Corporación Autónoma regional de Nariño – Corponariño. Universidad de Nariño. Grupo de Investigación en Biología de Páramos y Ecosistemas Andinos. San Juan de Pasto, febrero de 2007.
- Cramer, G. y Swanson, R. 1973. An evaluation of ten pair wise multiple comparisons procedures by Monte Carlo methods. *Journal of the American Statistician Association*, 74:122-124.
- Cuellar, J., A. Cooman y Arjona, H. 2002. «Incremento de la productividad del cultivo de tomate

- bajo invernadero mejorando la polinización». *Agronomía Colombiana*, 18, pp. 7-13.
- Guerrero, R. 1987. Hacia la formulación de un modelo suelo – planta. En: *Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y agua de riego*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. P. 1-10.
- Dane, 2014. El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto. *Boletín Mensual. INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*. December 2014, Núm 30.
- Davis, D., 2004. *WeatherHawk 2.7*. Software para registro de Información Climatológica.
- Deaquiz, Y.; Álvarez H., Javier G; Pinzón G., Lida P. 2014. Efecto de diferentes láminas de riego sobre la producción y calidad de fresa (*Fragaria sp.*) - *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*- Vol. 8 - No. 2 - pp. 192-205, julio-diciembre 2014.
- Delgado J. C. y Chaves G. J., 2015. *El análisis del suelo. Muestreo, Análisis e Interpretación*. Editorial Universitaria - Universidad de Nariño. Pasto.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzales L., Tablada M., Robledo C.W. 2015. *InfoStat version 2015*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL. <http://infostat.com.ar>
- Dibb, D., 2000. *Eficiencia de uso de nutrientes: verdades y mitos*. *Informaciones agronómicas - instituto de la potasa y el fosforo - ininfos a.s*. Oficina para Latino América. Suite 110, 655 Engineering Drive, Norcross, Georgia, USA.
- Dobermann, A. 2007. *Nutrient use efficiency-measurement and management*. Proc. of International Fertilizer Industry Association (IFA) Workshop on Fertilizer Best Management Practices. Brussels, Belgium. March 7-9.



- Dogliotti, S. 2002. Tomate Costa Rica, Subgerencia de desarrollo agropecuario, dirección de mercadeo y agroindustria. Boletín N° 1. Recuperado de <http://mercanet.cnp.go.cr>. Citado en: Ramirez 2011. Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica.
- Doorembos, J. y Pruitt, W. 2005. Crop Water Requirements Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper. N° 24, 179 p.
- CCB. 2015. Cámara de Comercio de Bogotá.
- Edifarm, 2016. Vademecun Agrícola. Tipos, características y resistencias. Editorial Edafirm. Av. De Las Azucenas N45-311 y De Las Malvas (Monteserrín). Ecuador.
- Escobar, H. y Lee R., 2009 Manual de producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustrial)
- Estrada, E. I; García, M. A.; Baena, D.; Gutiérrez, A.; Cardozo C. I.; Sánchez, M. S.; Vallejo, F. A. 2003. Cultivo del Tomate Variedad UNAPAL Maravilla. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 23 p.
- FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Estudio FAO Riego y Drenaje. Rome. 2006
- Fedearroz, 2000. Federación Nacional de Arroceros FEDEARROZ Fondo Nacional del Arroz. Revista Arroz – Vol. 58 No. 484
- Ferreya E, Selles G., 1997. Manejo del Riego en Condiciones de Restricción Hídrica. Serie La latina N° 67. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 36 pp.
- Florido B. M. y Bao F. L., 2004. Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum*

- lycopersicum L.). [en línea]. Cultivos Tropicales, 2014, vol. 35, no. 3, pp. 70-88. En Línea: <http://ediciones.inca.edu.cu>. Fecha de Consulta: Febrero de 2016
- Freire, 2004. Balance de Nutrientes y Recomendación de Fertilizantes y Encalado en Caña de Azúcar por Modelaje. Fundación Joaquin Nabuco e Universidad Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomía, Área de Suelos.-Brasil. [f.freire@depa.ufrpe.br](mailto:f.freire@depa.ufrpe.br). Fecha de consulta: Febrero 2016
- Fritsch, N., C. Stockle, G. Sellés V., y Salgado. 1980. Determinación de la tasa de riego en tomates regados por goteo. Investigación Agrícola 6:79-86. País
- Gandica O., H. y Peña, H. 2005 Acumulación de materia seca y balance de nutrientes en tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) cultivado en ambiente protegido. -Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado-, País Bioagro, vol. 27, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 111-120. En línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85741585007> (Consultado: 30-04-2018)
- García, C., Vilaró, F., Gonzalez, M., 2007. Manejo del riego en el cultivo de tomate industria. Hortifruticultura. Uruguay. Revista INIA - N° 12. pp 27
- Gardner, F.P., Pearce, R.L. Mitchell. 1990. Physiology of crop plants. Second edition. Iowa State Press, Ames. 327 p.
- Garnier, E. y Aronson, J. 1998. Nitrogen-use efficiency from leaf to stand level: clarifying the concept. En Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences (eds. Lambers, H., Poorter, H. y Van Vuuren, M.M.I.), pp. 34 - 44
- Gaspar, L. 2002. Nutrición del cultivo de tomate para industria. AgroEstrategias consultores. Argentina.
- Grahmann, K., Verhulst, N., Buerkert, A., Ortiz-Monasterio, I., Govaerts, B., 2013. Nitrogen use

- efficiency and optimization of nitrogen fertilization in conservation agriculture. CAB Reviews 8. Junio 2017
- González J. R., 2016. Rendimiento y calidad de tomate (*Solanum Lycopersicum* l. cv. Katya) empleando cuatro láminas de riego bajo condiciones de Cañete. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de agronomía. Lima-Perú. p. 46.
- González A., Hernández J. y Pino A., 2016. Extracción y reciclaje de elementos nutritivos por cosecha de *Eucalyptus globulus* en Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Departamento de Suelos y Aguas, Montevideo, Uruguay. Bosque 37(1): 179-190.
- Guerrero, R., 1998. Cultivos en Clima Frío. Segunda Edición. Monómeros Colombo Venezolanos SAS. Editado por Saenz y Cia. Ltda. Santafé de Bogotá. Colombia.
- Guzmán, J. 1991. El cultivo del tomate. Cuarta edición. Espasande, S.R.L. Chacaito, Caracas. 61 p.
- Ideam, 2015. Anuario Climatológico. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá D.C.
- IGAC, 2004. Instituto geográfico Agustín Codazzi, Estudio general de suelos y zonificación de tierras Departamento de Nariño, Mapa de suelos del Departamento de Nariño Plancha 429 Pasto.
- Janssen, B. H. 1998. Efficient use of nutrients: An art of balancing. Field Crops Res. 56: 197-201.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T., 2007. Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Corpoica, FAO, Bogotá. Pp. 65
- Jerez, J.; Sandoval, J.; Peralta, J.; Gallardo, J.; Ferreyra, R.; Varas, E. 1998. Manual de Riego para el Sur de Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Corporación

- de Fomento de la Producción. 151 p.
- Jungk, A. O. 1996. Dynamic of nutrient movement at the soil-root interface. En: Waisel, Eshel & Kafkafi (eds). Plant root the hidden half. Marcel Dekker, New York: 529-556.
- Khan P. y Gil A. 1997. Fertirrigación. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Primera Edición, Santa Fe de Bogotá, Editor Silva M. F. Colombia.
- Leite F. P., Barros N F., Novais r. F. y Fabres A. S., 1998. Acúmulo e distribuição de nutrientes em eucalyptus grandis sob diferentes densidades populacionais. R. Bras. Ci. Solo, 22:419-426.
- López-López, R; Arteaga-Ramirez, R; Vázquez-Peña, MA; López-Cruz, IL; Sanchez-Cohen, I. 2008. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) basado en láminas de riego y acolchado plástico. Revista Chapingo 15: 83-89
- Little, M. y Hills, J., 1976. Métodos estadísticos par a la investigación en la Agricultura. Trillas SA. México, D.F. pp. 57 - 67.
- Macías, R., Grijalva, C., Robles, C., 2010. Efecto de tres volúmenes de agua en la productividad y calidad de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Biotecnia, vol. xii, No. 2, Mayo-Agosto 2010.
- Martín A., Santa, R., y Gallardo J.F. 1996. Eficiencia, retraslocación y balance de nutrientes en bosques de *Quercus Pyrenaica* bajo diferente pluviometría en la Sierra de Gata (Centro-Oeste español). Ecología, N.o LO, pp. 79-93
- Meléndez y Molina, 2003. Fertilizantes: Características y Manejo. San José, Costa Rica, 139 p.
- Mendes, L., 2006. “Eficiência nutricional nos cultivares de cana-de-açúcar”, <http://www.tede.ufv.br>. Junio 2017.
- Mengel, K., y Kirby, E., 2000. Principios de nutrición vegetal. International Potash Institute.

- Basel, Switerland. 692 p.
- Ministerio de Trabajo, 2011. Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local. Diagnostico San Juan de Pasto. Bogotá D.C.
- Montenegro, H., Malagón, D., y Guerrero, L., 1990. Propiedades físicas de los suelos. Subdirección Agrológica. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Bogotá, Colombia.
- Netafim, 2017. Sistemas y Accesorios de Riego por Goteo. Consultado el 28 de julio del 2017. Disponible en <http://www.netafim.ec>
- Nuruddin, M. 2001. Effects of water stress on tomato at different growth stages. Department of agricultural and biosystems engineerinh McGill university, Macdonald Campus Montreal, Canada. 97 p.
- Ortega, M., Sánchez, O., Ocampo M., J., Sandoval C., Salcido R., Manzo R., 2003. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, septiembre-diciembre, año/Vol. 6, Número 3 - Universidad Autónoma Indígena de México - Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 339-346.
- Ortega, S., Leyton, Ben, H., Valdés H. & Paillán, H. 2002. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates de invernadero producido en Primavera-Verano. -Investigación financiada con apoyo de FONDEF-INFRAESTRUCTURA N° D96F1003, Departamento de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca-, Talca Chile. pp 35-44
- Vallejo F. A. y Estrada E. I. 2004. Producción de Hortalizas de Clima Cálido. El Cultivo de

- Tomate. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. p 27.
- Padrón, A., Ramírez, L., Swarowsky A. & Daboín, J., 2014. Efecto del riego deficitario y diferentes frecuencias en la producción del cultivo de pimentón. instituto de investigaciones agropecuarias. interciencia, vol. 39 n° 8. (iiap-ula), Mérida, Venezuela.
- Paiva, S. A., Alvarez. V. H., Pereira, S. A., Lima, N. J., Ferreira, N. R. & Pires, D. J., 2009 Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi – fertcalc-abacaxi. R. Bras. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Projeto financiado pelo BNB. Ci. Solo, 33:1269-1280, 2009.
- Quintana, B., Rafael A., Balaguera, L., Helber, E., Álvarez, H., Javier G., Cárdenas, H., Julián F., Pinzón, E., 2010. Efecto del número de racimos por planta sobre el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L).
- Ramírez, G., 2013. Evaluación agronómica bajo cubierta de tres híbridos de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum* Mill), en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Informe técnico del Proyecto de Investigación. Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Ciencias de la Vida. Santo Domingo
- Ramírez, V. C., y Nienhuis, J., 2011. Evaluación del crecimiento y productividad del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol. 25, N° I. Enero-Marzo 2012 Pág 3-15.
- Ramos, L. B., M. G., Gabino A., Morales, I., Escamirosa T. C., Pérez, H. A., 2017 Consumo de agua y rendimiento de tomate de cáscara bajo diferentes cubiertas de invernaderos. - Instituto Politécnico Nacional (CIID) Hort. bras., v35, n.2, Apr. - Jun. 2017 Scientific communication. Brasil. pp 23 - 34

- Rosas, C. G., Marurí, G., José, M., Rodríguez, C., R., 2014. Cultivo de híbridos de tomate roma (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. pp 66-78
- Rodríguez R. A., Ramírez L. R., Swarowsky A. y Daboín J.R. 2014. Efecto del riego deficitario y diferentes frecuencias en la producción del cultivo de pimentón. Intercencia, VOL. 39 N° 8
- Sanchez V. Javier. 2000. Fertirrigacion. Principios, Factores, Aplicaciones Seminario de Fertirrigación: Apukai-Comex Perú. FERTITEC S.A. Lima, 28 de febrero del 2000
- Sánchez, I. 2001. Métodos de estimación de evapotranspiración utilizados en Chile, revista geografica norte grande, Número 28. 3-10 p.
- Santana, R. C., Barro, N. F., Comerford, N.B., 2000. Above-ground biomass, nutrient content, and nutrient use efficiency of eucalypt plantations growing in different sites in Brazil. New Zealand Journal of Forestry Science 30(1-2): 225-236.
- Santos D. F., Lima C. N., Novais F., Alvarez V. H. y Sedyama S., 2008. Modelagem da recomendacao de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. - R. Bras. Ci. Solo, 32:1661-1674, 2008
- Saravia C. F., 2004. Elaboración de curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras. Proyecto de Grado Académico de Licenciatura Honduras. pp 56-77
- Stewart, W. M., 2007. Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. Informaciones Agronómicas - International Plant Nutrition Institute - IPNI - Oficina para Latino América. Quito, Ecuador. pp 46-67
- Tafur, H. 2005. Conceptos básicos para el riego de los cultivos. Universidad Nacional de

- Colombia, Palmira. 36 p.
- Tjalling, H., 2006. Guía de Manejo. Nutrición Vegetal de Especialidad. Tomate. CropKit. University of Adelaide. Australia. [www.sqm.com](http://www.sqm.com). Fecha de Consulta: Abril 2016
- Torres, Q. R., 1999. Dinámica nutrimental, producción y calidad de cebolla cv “Contessa” bajo condiciones de fertirriego por goteo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Pp 33-48
- Torrez, Chinchilla, 2006. Manual de Interpretación de análisis de suelos y foliares para la nutrición de limón, aguacate, cocotero y marañón. Programa Nacional de Frutas de El Salvador MAG-FRUTALES-ES. 1° ed. 71 p.
- Tuzel, I. 1993. Effects of different irrigation intervals and rates on spring-season glasshouse tomato production: I. Yield and plant growth. *Acta Hort.* 366:381-388.
- Villalobos, E. 2001. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales, procesos fisiológicos básicos. Fascículo I. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica. Citado en RAMÍREZ V., Carlos; NIENHUIS. pp 54-67
- Voogt, W. 1993. Nutrient uptake of year round tomato crops. *Acta Horticulturae* 339, pp 99-112.



## **ANEXOS**

**Anexo 1. Tabla de Labores Realizadas en Campo durante todo el ciclo del Cultivo.**

Semana	Inicio	Final	Labores de Mantenimiento	Riego	Fertilizacion	Labores de Investigacion
0						Muestreo de Suelo, Calibracion de Riego e Invernadero, preparacion del terreno.
1	08-jul	15-jul	Siembra	Riego Fase de Inicio (Kcinicio)	Fertilización edáfica del 60 % de 20-20-20	Registro Fisiológico
2	15-jul	22-jul				Registro Fisiológico, Nomenclatura de Unidades Experimentales
3	22-jul	29-jul				Registro Fisiológico
4	29-jul	05-ago			Suministro porcentual de NPK 10-5-5	Registro Fisiológico
5	05-ago	12-ago	Desllerve y Tutorado			Registro Fisiológico
6	12-ago	19-ago	Aplicación de Fungicida Altair WP anasac (30 g) Deschuponado	Riego Fase de Desarrollo (Kc desarrollo)	Suministro porcentual de NPK 20-20-15	Registro Fisiológico
7	19-ago	26-ago				Registro Fisiológico
8	26-ago	02-sep				Registro Fisiológico
9	02-sep	09-sep			Suministro porcentual de NPK 35-25-30	Registro Fisiológico
10	09-sep	16-sep	Desyerbe			Registro Fisiológico
11	16-sep	23-sep	Aplicación de control de mosca Blanca (20 ml de viciet) Deshoje y Aireacion parte baja de las plantas			Registro Fisiológico
12	23-sep	30-sep		Riego Fase de Floracion (Kc floración)	Aplicación de micronutrientes (Fertitec 300 cc) Suministro porcentual de NPK 20-35-35	Recoleccion de Muestras Foliars
13	30-sep	07-oct	Aplicación de Fungicida Altair WP anasac (30 g)			Registro Fisiológico
14	07-oct	14-oct			Suministro porcentual de NPK 10-10-10	Registro Fisiológico
15	14-oct	21-oct				Registro Fisiológico
16	21-oct	28-oct	Aplicación de control de mosca Blanca			Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
17	28-oct	04-nov			Suministro porcentual de NPK 5-5-5	Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
18	04-nov	11-nov				Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
19	11-nov	18-nov		Riego Fase de Llenado (Kc llenado)		Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
20	18-nov	25-nov				Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
21	25-nov	02-dic				Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
22	02-dic	09-dic				Registro Fisiológico y Recoleccion de Cosecha
23	09-dic	16-dic				Registro Fisiológico, Recoleccion de Cosecha y extraccion de plantas para muestreo Final y analisis de laboratorio

**Anexo 2.** Tabla de Cuadro de Comparación de Medias de las variables de las variables altura y diámetro. Durante la fase de establecimiento 0 a 70 DDT.

TRATAMIENTOS	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (mm)
<b>LAMINAS (Kc)</b>		
0.1	44.37 a	4.78 a
0.2	41.22 a	4.80 a
0.3	44.58 a	5.32 a
<b>HIBRIDOS</b>		
Pietro	48.40 a	5.04 a
Mateus	38.38 a	4.89 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>		
Pietro 0.1	46.30 a	4.77 a
Pietro 0.2	44.17 a	4.80 a
Pietro 0.3	54.73 a	5.57 a
Mateus 0.1	42.43 a	4.80 a
Mateus 0.2	38.27 a	4.80 a
Mateus 0.3	34.43 a	5.07 a
<b>BLOQUE</b>		
1	43.02 a	4.82 b
2	39.27 a	4.60 b
3	47.88 a	5.48 a

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 3.** Tabla Cuadro de Comparación de Medias de las variables altura de planta, numero de flores, numero de frutos, numero de racimos y diámetro de tallo. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT.

TRATAMIENTOS	ALTURA (cm)	NO. FLORES	NO. FRUTOS	NO. RACIMOS	DIÁMETRO (mm)
<b>LAMINAS (Kc)</b>					
0.6	125.0 a	8.93 a	9.30 a	4.0 a	7.22 a
0.8	119.6 a	7.95 a	9.00 a	4.0 a	7.03 a
1.1	111.2 a	8.43 a	10.12 a	4.0 a	7.48 a
<b>HIBRIDOS</b>					
Pietro	123.5 a	8.72 a	10.3 a	4.0 a	7.34 a
Mateus	113.7 a	8.16 b	8.7 a	4.0 a	7.14 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>					
Pietro 0.6	125.37 a	8.93 a	9.43 a	4.0 a	7.13 a
Pietro 0.8	117.60 a	7.60 a	9.20 a	4.0 a	6.80 a
Pietro 1.1	127.43 a	9.63 a	12.17 a	5.0 a	7.50 a

Mateus	0.6	124.63 a	8.93 a	9.17 a	4.0 a	7.30 a
Mateus	0.8	121.67 a	8.30 a	8.80 a	4.0 a	7.27 a
Mateus	1.1	94.93 a	7.23 a	8.07 a	4.0 a	7.47 a
<b>BLOQUE</b>						
	1	115.4 a	8.28 a	8.27 b	4.0 b	7.00 a
	2	114.8 a	8.05 a	9.00 b	4.0 b	7.05 a
	3	125.6 a	8.98 a	11.15 a	5.0 a	7.68 a

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 4.** Tabla Cuadro de comparación de Medias de las variables número de frutos por planta, peso de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, peso de frutos por planta y rendimiento de peso por área. Durante la fase Productiva 71 a 149 DDT.

TRATAMIENTOS	NO. FRUTOS 4 PLANTAS	PESO DE FRUTO (g)	DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO (cm)	PESO TOTAL FRUTOS DE 4 PLANTAS EVALUADAS (Kg/planta)	RENDIMIENTO PESO POR AREA (Kg/m <sup>2</sup> )	
<b>LAMINAS (Kc)</b>						
		110.58				
0.6	29.45 a	ab	5.30 a	32.0 a	6.95 a	
0.8	24.23 b	93.53 b	5.60 a	25.3 b	6.58 a	
1.1	27.38 ab	125.03 a	4.80 a	30.8 a	7.43 a	
<b>HIBRIDOS</b>						
Pietro	27.85 a	102.20 a	5.00 a	27.2 a	7.27 a	
Mateus	26.18 a	117.22 a	5.47 a	31.5 a	6.70 a	
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>						
Pietro	0.6	26.65 ab	91.45 a	4.60 a	24.5 bc	5.95 c
Pietro	0.8	20.65 b	87.55 a	5.50 a	19.0 c	5.75 c
Pietro	1.1	36.25 a	127.60 a	4.90 a	38.0 a	10.10 a
Mateus	0.6	32.25 ab	129.70 a	6.00 a	39.5 a	7.95 b
Mateus	0.8	27.80 ab	99.50 a	5.70 a	31.5 ab	7.40 b
Mateus	1.1	18.50 b	122.45 a	4.70 a	23.5 bc	4.75 d

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 5. Tabla Cuadro de Comparación del Medias del coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>				
0.6	97.82 a	507.86 a	178.31 a	159.38 a
0.8	92.76 a	510.27 a	196.15 a	147.93 a
1.1	89.05 a	487.29 a	169.96 a	153.72 a
<b>HIBRIDOS</b>				
Pietro	92.73 a	496.91 a	184.84 a	157.53 a
Mateus	93.69 a	506.71 a	178.11 a	149.83 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>				
Pietro 0.6	92.41 a	482.69 a	156.62 a	153.00 a
Pietro 0.8	91.28 a	507.03 a	220.75 a	157.17 a
Pietro 1.1	94.51 a	500.99 a	177.16 a	162.41 a
Mateus 0.6	103.22 a	533.02 a	200.00 a	153.00 a
Mateus 0.8	94.24 a	513.51 a	171.55 a	138.69 a
Mateus 1.1	83.60 a	473.59 a	162.77 a	162.41 a
<b>BLOQUE</b>				
1	90.0 a	497.01 a	198.90 a	168.77 a
2	89.3 a	497.57 a	186.90 a	162.76 ab
3	100.3 a	510.84 a	158.62 a	129.50 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 6. Tabla Cuadro de Comparación del Medias del coeficiente de utilización biológica (CUB), en Hojas. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Mn (Kg/Kg)</b>	<b>Cu (Kg/Kg)</b>	<b>Fe (Kg/Kg)</b>
<b>LAMINAS (Kc)</b>			
0.6	60639.96 a	42069.80 a	6068.50 a
0.8	68943.75 a	29617.91 a	7480.95 a
1.1	56590.51 a	32531.15 a	6147.93 a
<b>HIBRIDOS</b>			
Pietro	58752.25 a	27376.34 a	8321.02 a
Mateus	65363.90 a	42102.89 a	4810.57 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>			
Pietro 0.6	59457.55 a	33358.24 a	6070.15 a
Pietro 0.8	61073.06 a	23487.55 a	8216.95 a
Pietro 1.1	55726.13 a	25283.24 a	5306.30 a
Mateus 0.6	61822.36 a	50781.35 a	6066.85 a
Mateus 0.8	76814.44 a	35748.26 a	6744.95 a
Mateus 1.1	57454.89 a	39779.06 a	6989.55 a
<b>BLOQUE</b>			
1	74151.07 a	22767.2 a	8321.02 a
2	61841.52 a	28095.5 a	4810.57 a
3	50181.62 a	53356.2 a	

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 7.** Tabla Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Raíz. Para los elementos nutricionales Ca, Mg, K y P. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.

TRATAMIENTOS		Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>					
	0.6	142.40 b	742.25 a	226.7 a	229.3 ab
	0.8	163.80 a	817.28 a	252.5 a	241.1 a
	1.1	150.31 b	740.19 a	213.8 a	205.2 b
<b>HIBRIDOS</b>					
	Pietro	143.82 b	738.2 a	228.45 a	244.81 a
	Mateus	160.52 a	794.9 a	233.52 a	205.54 b
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>					
Pietro	0.6	125.73 a	712.27 a	222.87 a	246.33 a
Pietro	0.8	153.88 a	792.69 a	268.48 a	268.79 a
Pietro	1.1	151.85 a	709.61 a	194.00 a	219.29 a
Mateus	0.6	159.06 a	772.23 a	230.47 a	212.19 a
Mateus	0.8	173.72 a	841.87 a	236.54 a	213.31 a
Mateus	1.1	148.78 a	841.87 a	233.55 a	191.12 a
<b>BLOQUE</b>					
	1	155.74 a	799.4 a	257.32 a	245.13 ab
	2	165.10 a	804.1 a	233.62 a	265.24 a
	3	135.68 b	696.2 a	202.02 a	165.15 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en la letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 8.** Tabla Cuadro de comparación de medias de coeficiente de utilización biológica (CUB), en Raíz. Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase productiva 104 a 153 DDT.

TRATAMIENTOS		Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>				
	0.6	22495.28 a	151653.3 a	13001.26 a
	0.8	20077.72 ab	157122.1 a	7177.51 a
	1.1	17422.99 b	130535.7 a	6605.19 a
<b>HIBRIDOS</b>				
	Pietro	21544.29 a	142667.7 a	8968.12 a
	Mateus	18453.03 a	150206.3 a	8887.86 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>				
Pietro	0.6	26549.20 a	161245.0 a	12871.4 a
Pietro	0.8	20567.94 a	140917.9 a	7598.7 a
Pietro	1.1	17515.74 a	125840.3 a	6434.2 a

Mateus	0.6	18441.36 a	142061.6 a	13131.1 a
Mateus	0.8	19587.49 a	173326.3 a	6756.3 a
Mateus	1.1	17330.23 a	135231.0 a	6776.2 a
<b>BLOQUE</b>				
	1	20633.92 a	132609.6 a	11382.82 a
	2	21278.04 a	175211.8 a	10347.66 a
	3	18084.02 a	131489.7 a	5053.49 a

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 9.** Tabla Cuadro de Comparación de Medias de los de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales P, K, Ca y Mg. Durante la fase de Producción 104 a 153 DDT.

TRATAMIENTOS	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>				
<b>0.6</b>	14.11 a	11.24 a	2.59 b	0.85 b
<b>0.8</b>	16.09 a	12.31 a	3.00 b	0.99 b
<b>1.1</b>	16.00 a	12.38 a	3.98 a	0.96 a
<b>HIBRIDOS</b>				
<b>Pietro</b>	15.92 a	12.47 a	3.15 a	0.92 a
<b>Mateus</b>	14.88 a	11.48 a	3.22 a	0.94 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>				
<b>Pietro 0.6</b>	15.24 a	12.06 a	2.29 a	0.88 a
<b>Pietro 0.8</b>	16.78 a	12.80 a	2.87 a	0.96 a
<b>Pietro 1.1</b>	15.73 a	12.55 a	4.29 a	0.92 a
<b>Mateus 0.6</b>	12.98 a	10.42 a	2.88 a	0.82 a
<b>Mateus 0.8</b>	15.39 a	11.82 a	3.12 a	1.01 a
<b>Mateus 1.1</b>	16.27 a	12.21 a	3.67 a	1.00 a
<b>BLOQUE</b>				
<b>1</b>	15.09 a	11.48 a	2.32 b	0.79 b
<b>2</b>	14.67 a	11.13 a	2.94 b	0.80 b
<b>3</b>	16.45 a	13.32 a	4.30 a	1.21 a

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice en las letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).



**Anexo 10. Tabla Cuadro de Comparación de Medias de las de los valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN). Para los elementos nutricionales Mn, Cu y Fe. Durante la fase Productiva 104 a 153 DDT.**

TRATAMIENTOS	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)
<b>LAMINAS (Kc)</b>			
0.6	0.41 a	2.52 a	0.24 a
0.8	0.44 a	3.27 a	0.26 a
1.1	0.54 a	4.11 a	0.29 a
<b>HIBRIDOS</b>			
Pietro	0.51 a	3.96 a	0.26 a
Mateus	0.42 a	2.63 a	0.26 a
<b>LAMINA * HIBRIDOS</b>			
Pietro 0.6	0.43 a	3.01 a	0.23 a
Pietro 0.8	0.49 a	4.10 a	0.23 a
Pietro 1.1	0.60 a	4.78 a	0.33 a
Mateus 0.6	0.40 a	2.02 a	0.24 a
Mateus 0.8	0.38 a	2.44 a	0.28 a
Mateus 1.1	0.48 a	3.43 a	0.25 a
<b>BLOQUE</b>			
1	0.36 b	4.18 a	0.23 b
2	0.41 ab	3.10 a	0.41 a
3	0.62 a	2.62 a	0.14 b

Medias seguidas de letras diferentes en la columna, presentan diferencias estadísticas entre sí, según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ). Medias con igual índice letras son semejantes estadísticamente según la prueba de LSD Fisher ( $P < 0,05$ ;  $n=18$ ).

**Anexo 11. Tabla Resultados de Aforo de inyección de bomba de fertilizante sobre sistema de riego.**

	Revolución	Vol (m l)	Tiempo (min)	(Lts/min)	Q (Lts/hr)	Q (Lts/hr) Promedio	Vol Tanque (Ltr)	Tiempo Vacío Tanque (hr)	No Riegos	Tiempo de Inyección (min)	Tiempo Inyección x No Riegos (min)	Volumen Inyección Día (Lts/día)	Días de Vacío tanque (días)
Dispositivo de Inyección de Fertilizante NPK+Microelementos	3	175	1	0.175	10.5	10.6	50	4.72	12	3	36	6.36	7.9
		175	1	0.175	10.5								
		180	1	0.18	10.8								
	4	220	1	0.22	13.2	13.2	50	3.79	12	3	36	7.92	6.3
		220	1	0.22	13.2								
		220	1	0.22	13.2								
	5	270	1	0.27	16.2	15.7	200	12.74	12	6	72	18.84	10.6
		260	1	0.26	15.6								
		255	1	0.255	15.3								

**Anexo 12. Tabla Promedios de variable altura de planta en 0 a 71 DDT.****Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm).  
Época de Establecimiento. Módulo 1 Establecimiento (Kc=0.1)**

Unidades Experimentales	DDT					
	0	14	28	42	55	69
P-R1	5.6	12.0	24.3	42.3	62.3	97.2
M-R1	3.3	10.0	24.8	42.0	61.8	87.4
P-R2	2.9	7.2	24.5	45.2	69.6	114.2
M-R2	3.4	7.7	24.2	48.3	59.5	94.3
M-R3	2.5	7.8	30.7	58.8	84.0	112.9
P-R3	6.2	9.8	37.3	65.8	87.2	119.8

**Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm).  
Época de Establecimiento. Módulo 2 Establecimiento (Kc=0.2)**

Unidades Experimentales	DDT					
	0	14	28	42	55	69
P-R1	5.3	9.5	31.8	58.3	72.9	110.9
M-R1	3.3	6.8	25.8	52.8	70.7	101.5
M-R2	3.4	6.3	19.0	37.8	45.9	85.5
P-R2	4.8	8.3	24.7	42.7	59.2	80.9
M-R3	3.6	9.7	23.3	46.7	62.1	84.6
P-R3	6.5	12.5	28.0	55.5	80.1	102.9

**Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm).  
Época de Establecimiento. Módulo 3 Establecimiento (Kc=0.3)**

Unidades Experimentales	DDT					
	0	14	28	42	55	69
M-R1	2.9	6.8	25.2	52.5	69.1	95.1
P-R1	5.8	10.8	27.8	56.7	74.4	99.3
P-R2	3.2	5.7	39.8	69.7	105.7	130.1
M-R2	6.8	11.3	13.0	20.8	35.7	51.8
P-R3	6.5	12.5	43.0	76.0	96.2	122.4
M-R3	2.5	8.8	19.5	44.0	61.8	91.9

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.

**Anexo 13. Tabla Promedio de Diámetro de Tallo de planta de 0 a 71 DDT****Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Establecimiento. Módulo 1  
Establecimiento. (Kc=0.1)**

Unidades Experimentales	DDT				
	0	14	42	55	69
P-R1	2.7	3.9	5.8	5.8	6.6
M-R1	2.4	3.8	4.8	5.0	5.5
P-R2	2.2	2.5	5.6	5.5	6.8
M-R2	2.2	3.2	5.7	5.0	8.1
M-R3	2.3	3.1	6.4	6.4	8.4
P-R3	2.6	2.9	6.8	4.9	6.8

**Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Establecimiento. Módulo 2  
Establecimiento. (Kc=0.2)**

Unidades Experimentales	DDT				
	0	14	42	55	69
P-R1	2.7	3.0	5.8	5.6	6.6
M-R1	2.3	2.7	6.4	6.1	6.7
M-R2	2.3	2.4	4.8	4.9	8.1
P-R2	2.4	2.8	4.8	5.1	5.3
M-R3	2.8	3.2	6.1	5.4	8.4
P-R3	3.0	3.4	6.1	5.1	10.5

**Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Establecimiento. Módulo 3  
Establecimiento. (Kc=0.3)**

Unidades Experimentales	DDT				
	0	14	42	55	69
M-R1	2.1	3.5	6.8	5.7	6.5
P-R1	3.3	3.6	6.8	6.2	6.3
P-R2	2.6	2.9	7.7	7.0	7.4
M-R2	2.1	2.5	4.7	4.2	7.3
P-R3	2.8	3.5	7.6	6.6	9.7
M-R3	2.2	2.9	7.3	7.0	11.3

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 14. Tabla Promedios de variable de altura de Planta de 83 a 149 DDT****Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado. Módulo 1  
Floración y Llenado. (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	109.7	131.9	122.4	126.8	140.1	144.1	151.7	147.6	151.3	145.6
M-R1	114.4	139.9	135.4	141.7	148.3	133.0	154.1	152.0	164.8	160.4
P-R2	147.5	159.4	126.7	138.5	130.8	135.3	144.5	145.8	161.7	159.8
M-R2	124.2	135.9	136.3	138.0	151.3	159.1	167.8	166.2	183.3	184.7
M-R3	145.7	137.9	140.1	149.4	146.5	149.1	153.4	152.5	169.6	171.0
P-R3	141.4	136.8	169.8	171.2	157.0	163.7	168.5	172.1	186.1	187.4

**Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado Modulo 2  
Floración y Llenado.(Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	135.7	162.1	122.5	128.3	126.8	133.2	133.9	131.8	137.8	136.5
M-R1	134.5	144.3	150.2	152.8	155.4	162.3	162.4	170.3	175.8	173.0
M-R2	132.7	141.8	140.8	149.0	161.8	140.0	172.3	167.6	192.4	192.2
P-R2	136.3	132.8	93.2	94.9	101.8	104.5	108.6	111.4	115.7	119.8
M-R3	121.8	136.9	108.9	112.1	122.9	129.8	133.5	138.8	136.8	141.3
P-R3	161.1	170.5	157.0	168.1	173.8	170.0	175.5	180.4	182.5	184.9

**Altura de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado. Módulo 3  
Floración y Llenado. (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
M-R1	124.1	138.9	89.6	92.1	93.0	99.3	96.9	98.3	95.7	100.3
P-R1	130.8	158.8	130.4	131.7	138.9	149.8	149.8	153.5	155.8	152.4
P-R2	161.4	177.8	141.3	145.5	150.0	158.0	157.3	159.8	151.7	162.9
M-R2	74.9	86.1	95.3	98.8	103.8	112.9	112.6	117.8	109.2	119.2
P-R3	154.2	181.6	93.3	131.7	132.6	141.8	145.1	146.3	139.2	127.7
M-R3	134.1	152.7	120.5	121.7	117.3	133.6	137.0	156.2	139.3	135.1

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 15. Tabla Promedios de variable de Número de Racimo por Planta de 83 a 149 DDT**

Numero de Racimos de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado.  
Módulo 1 Floración y Llenado. (Kc=0.6)

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	3.7	4.6	3.7	3.8	3.8	4.1	3.7	3.2	2.8	2.2
M-R1	3.8	4.0	4.3	4.3	4.7	4.8	4.8	3.8	3.8	2.9
P-R2	4.8	5.0	3.7	4.1	3.5	3.8	3.8	3.7	3.2	3.5
M-R2	3.5	4.8	4.0	4.4	4.8	5.0	5.1	4.5	4.3	3.9
M-R3	4.2	4.3	4.3	4.6	4.4	4.5	4.6	4.3	3.8	3.5
P-R3	4.1	4.7	4.9	5.0	5.0	5.3	5.2	4.8	4.1	4.2

Numero de Racimos de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado  
Modulo 2 Floración y Llenado.(Kc=0.8)

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	3.9	4.9	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8	3.0	3.0	2.5
M-R1	3.9	4.5	4.2	4.3	4.6	4.8	4.8	4.7	4.2	3.8
M-R2	4.0	4.1	4.2	4.3	4.8	4.9	5.1	4.9	4.8	3.9
P-R2	4.3	4.0	3.0	3.3	3.3	3.4	3.0	2.9	2.9	3.3
M-R3	3.5	4.0	3.6	3.7	3.8	3.8	4.0	4.1	4.1	4.1
P-R3	4.9	4.8	5.0	5.3	5.3	5.2	5.0	6.8	5.6	5.3

Numero de Racimos de planta en promedio por unidad experimental (cm). Época Floración y Llenado.  
Módulo 3 Floración y Llenado. (Kc=1.1)

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
M-R1	3.9	4.2	3.0	3.0	3.3	3.4	3.0	3.1	3.1	3.1
P-R1	4.1	5.0	4.3	4.5	4.5	4.3	4.3	4.3	4.2	4.4
P-R2	5.0	5.3	4.5	4.8	4.7	4.5	4.4	4.4	4.3	4.9
M-R2	2.2	3.1	3.2	3.3	3.3	3.6	3.4	3.4	3.7	3.9
P-R3	4.6	5.2	3.9	4.6	4.2	4.1	3.9	3.9	4.4	4.6
M-R3	4.5	4.7	4.2	4.3	4.0	6.6	4.3	5.1	4.2	4.5

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 16. Tabla Promedios de variable de Número de Flores por Planta de 83 a 149 DDT****Numero de Flores de planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado.  
Módulo 1 Floración y Llenado. (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT													
	28	42	55	69	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	2.0	4.5	6.3	15.8	13.2	17.5	15.3	7.4	6.2	5.9	7.3	5.5	5.7	3.4
M-R1	1.0	4.2	6.3	11.3	14.3	20.6	17.3	7.7	6.3	6.5	6.7	5.8	6.3	4.3
P-R2	1.0	4.7	7.8	18.5	16.9	22.6	16.0	7.4	5.5	4.6	5.8	3.7	4.2	5.3
M-R2	1.5	5.2	7.7	14.5	13.7	23.8	16.3	6.9	6.9	6.5	7.2	7.1	5.7	5.2
M-R3	2.0	6.3	7.7	14.5	16.4	17.5	18.2	8.5	7.6	5.9	6.6	6.8	6.4	4.9
P-R3	1.7	6.0	7.6	16.1	15.7	19.8	23.2	10.5	6.6	6.2	6.1	5.7	5.7	4.8

**Numero de Flores de planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado Modulo  
2 Floración y Llenado.(Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT													
	28	42	55	69	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	1.3	4.8	5.2	13.7	15.1	21.4	15.3	6.4	5.7	6.0	5.5	4.9	5.3	3.3
M-R1	2.0	5.2	5.0	11.7	13.2	18.4	19.2	9.5	6.9	6.3	6.3	6.7	6.0	4.7
M-R2	1.0	2.5	3.2	12.3	14.6	17.3	18.8	7.8	8.6	7.3	7.3	6.4	7.3	5.4
P-R2	1.3	4.0	4.5	12.1	15.9	14.1	4.8	5.9	4.8	3.3	4.8	3.5	4.0	2.8
M-R3	1.8	6.0	6.2	13.7	12.7	16.9	6.6	8.3	6.9	6.7	6.6	4.9	5.9	4.4
P-R3	2.0	5.5	5.4	16.1	18.1	19.8	8.8	9.1	6.8	4.5	8.8	4.9	5.1	6.2

**Numero de Flores de planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado.  
Módulo 3 Floración y Llenado. (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT													
	28	42	55	69	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
M-R1	3.0	7.2	5.5	12.7	11.8	17.1	7.0	5.4	4.9	4.2	6.3	4.1	3.8	3.4
P-R1	2.8	7.5	4.2	18.0	14.8	22.8	8.3	7.8	6.9	6.9	8.8	6.9	6.8	7.2
P-R2	3.3	8.0	7.4	21.6	18.5	24.2	8.3	8.3	5.8	6.7	8.8	7.4	7.8	6.3
M-R2	0.0	0.0	1.6	5.3	8.2	13.4	6.4	6.7	5.4	6.0	6.3	5.7	6.1	6.4
P-R3	4.3	9.8	8.4	18.9	16.4	24.3	10.0	6.8	4.4	5.7	7.5	5.1	4.9	5.2
M-R3	2.2	5.8	4.9	17.0	18.0	22.5	4.8	9.5	7.5	7.6	10.6	7.3	5.7	6.7

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.

**Anexo 17. Tabla Promedios de variable de Número de Frutos por Planta de 83 a 149 DDT****Numero de Frutos planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado. Módulo 1  
Floración y Llenado. (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	7.7	11.5	8.5	8.8	8.0	7.0	5.9	5.0	4.1	3.6
M-R1	7.1	11.4	9.3	9.6	9.8	9.1	8.6	7.1	5.2	4.6
P-R2	13.1	12.7	8.8	9.3	8.9	9.2	9.2	8.7	6.6	5.8
M-R2	8.7	12.8	10.4	10.7	10.8	10.8	10.5	8.8	8.0	6.7
M-R3	10.7	9.8	10.0	10.9	9.9	10.0	9.6	8.6	7.5	8.3
P-R3	10.1	10.6	14.6	13.2	14.6	13.8	13.7	11.6	9.5	9.0

**Numero de Frutos planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado. Módulo 2  
Floración y Llenado. (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	7.3	10.6	8.5	8.2	8.3	7.7	6.5	5.3	4.3	4.3
M-R1	8.0	10.4	8.8	9.6	11.1	10.4	9.6	9.3	7.5	6.4
M-R2	8.8	8.6	9.3	11.3	10.8	11.2	11.1	10.3	8.7	7.7
P-R2	12.0	8.1	5.7	6.2	6.4	6.9	7.1	5.1	5.7	5.3
M-R3	8.6	8.5	6.4	7.3	8.9	7.9	7.3	6.3	7.3	6.1
P-R3	10.7	9.3	15.8	15.9	16.8	17.5	16.8	9.6	13.7	10.8

**Numero de Frutos planta en promedio por unidad experimental. Época Floración y Llenado. Módulo 3  
Floración y Llenado. (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
M-R1	10.1	10.5	6.6	7.6	8.0	7.6	6.3	5.8	5.6	4.5
P-R1	11.6	15.3	12.3	13.8	12.6	11.2	10.8	8.8	7.1	5.4
P-R2	14.4	16.0	11.8	13.2	13.9	12.8	13.0	10.2	9.2	8.8
M-R2	2.8	6.3	5.9	6.1	7.0	7.8	7.2	6.3	6.2	5.4
P-R3	14.5	18.9	13.5	14.5	15.6	14.8	13.1	11.1	9.2	7.8
M-R3	9.9	12.0	10.5	12.0	12.3	13.3	11.7	11.8	8.3	5.8

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 18. Tabla Promedios de variable de Diámetro tallo por Planta de 83 a 149 DDT**

**Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Floración y llenado. Módulo 1 Floración y llenado. (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	7.3	7.6	7.3	7.1	7.0	6.9	7.0	6.7	6.5	6.6
M-R1	6.9	7.7	7.2	7.1	7.4	7.4	7.3	7.1	7.0	6.9
P-R2	9.0	9.0	6.8	6.7	6.1	6.4	6.4	6.2	6.2	6.3
M-R2	8.1	8.9	7.2	6.8	7.1	7.3	7.5	6.9	7.0	7.1
M-R3	8.4	7.9	7.3	7.4	6.8	7.0	7.3	7.1	6.9	6.8
P-R3	6.8	7.3	7.9	7.6	7.5	7.6	7.7	7.6	7.5	7.6

**Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Floración y llenado. Módulo 2 Floración y llenado. (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
P-R1	7.2	8.2	6.5	6.4	6.2	6.3	6.5	6.2	6.4	5.9
M-R1	7.3	7.8	7.9	7.4	7.4	7.5	7.6	7.5	7.4	6.9
M-R2	8.1	8.5	7.3	7.3	7.3	7.5	7.7	7.4	7.6	6.9
P-R2	7.8	8.2	5.1	4.8	4.8	5.2	5.6	5.3	5.8	6.1
M-R3	8.4	9.0	6.1	5.6	5.9	6.1	6.7	6.3	6.6	7.2
P-R3	10.5	10.0	7.4	6.5	6.8	7.3	7.4	7.3	7.9	8.3

**Diámetro promedio por unidad experimental (mm). Época Floración y llenado. Módulo 3 Floración y llenado. (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT									
	83	91	97	107	114	121	128	137	142	149
M-R1	7.9	8.5	5.8	5.6	5.8	6.5	6.4	6.4	6.5	6.4
P-R1	7.8	8.5	6.6	6.2	6.2	7.4	6.9	7.0	7.1	7.5
P-R2	9.3	10.0	7.2	6.5	6.5	7.7	7.3	6.9	7.1	7.3
M-R2	7.3	8.1	6.9	6.0	6.6	7.0	6.9	7.0	7.0	7.3
P-R3	9.7	10.3	7.2	6.1	6.9	7.4	7.3	7.4	7.7	7.8
M-R3	11.3	11.7	8.3	7.3	7.9	8.1	7.8	9.3	8.5	8.0

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.



**Anexo 19. Tabla Promedios de variable de Número de Frutos cosechado por Planta de 83 a 149 DDT**

**Numero de Frutos por planta en promedio de unidad experimental (Número de Frutos/Planta).  
Módulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	32.0	34.0	30.0	24.00	38.00	32.00	14.00	20.00
M-R1	14.0	28.0	32.0	22.00	44.00	48.00	18.00	54.00
P-R2	8.0	14.0	20.0	10.00	36.00	36.00	28.00	50.00
M-R2	18.0	24.0	24.0	20.00	40.00	26.00	32.00	72.00
M-R3	8.0	22.0	28.0	22.00	32.00	42.00	16.00	74.00
P-R3	28.0	16.0	28.0	28.00	56.00	50.00	34.00	66.00

**Numero de Frutos por planta en promedio de unidad experimental (Número de Frutos/Planta).  
Módulo 2. Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	10.0	20.0	16.0	24.00	32.00	30.00	12.00	34.00
M-R1	0.0	8.0	22.0	14.00	24.00	38.00	34.00	66.00
M-R2	0.0	24.0	12.0	22.00	30.00	36.00	38.00	76.00
P-R2	0.0	10.0	16.0	10.00	20.00	28.00	12.00	56.00
M-R3	0.0	4.0	30.0	18.00	14.00	12.00	22.00	44.00
P-R3	2.0	22.0	46.0	24.00	64.00	44.00	56.00	80.00

**Numero de Frutos por planta en promedio de unidad experimental (Número de Frutos/Planta).  
Módulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
M-R1	8.0	12.0	28.0	20.00	32.00	12.00	24.00	28.00
P-R1	0.0	20.0	20.0	30.00	48.00	48.00	48.00	70.00
P-R2	2.0	12.0	24.0	30.00	28.00	38.00	32.00	80.00
M-R2	0.0	0.0	4.0	6.00	20.00	24.00	20.00	58.00
P-R3	8.0	4.0	26.0	36.00	50.00	56.00	40.00	76.00
M-R3	0.0	0.0	18.0	20.00	32.00	40.00	54.00	62.00

*P: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; M: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; R1, R2, R3: Número de Repeticiones; DDT: Días después de trasplante.*

**Anexo 20. Tabla Promedios de variable de Diámetro ecuatorial de fruto por Planta de 83 a 149 DDT**

**Diámetro promedio de frutos en plantas de unidad experimental (cm/Fruto).**

**Módulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	6.5	6.2	4.9	5.19	5.18	5.20	3.47	5.11
M-R1	5.7	7.2	6.0	5.46	6.10	5.97	5.06	5.58
P-R2	3.8	4.4	3.9	3.62	3.91	3.77	3.48	4.92
M-R2	6.3	6.4	5.6	6.08	6.70	5.81	5.73	6.37
M-R3	4.2	6.7	6.2	6.07	7.08	6.64	4.13	6.45
P-R3	6.6	6.9	6.1	6.00	6.40	6.11	5.98	6.17

**Diámetro promedio de frutos en plantas de unidad experimental (cm/Fruto).**

**Módulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	2.0	6.2	12.1	5.39	5.01	4.91	4.34	3.14
M-R1	0.0	4.2	6.7	6.44	6.31	8.71	6.12	6.01
M-R2	0.0	7.0	6.0	5.86	8.95	6.35	5.87	6.01
P-R2	0.0	2.0	5.8	5.34	6.07	6.34	3.93	5.99
M-R3	0.0	2.7	6.6	5.68	7.48	6.50	6.54	4.41
P-R3	2.3	6.3	6.0	6.51	6.12	5.80	5.86	5.95

**Diámetro promedio de frutos en plantas de unidad experimental (cm/Fruto).**

**Módulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
M-R1	4.0	4.3	5.4	3.50	5.83	3.89	3.92	3.86
P-R1	0.0	4.7	4.2	5.82	4.00	3.86	3.76	5.19
P-R2	0.0	4.3	5.9	6.68	6.10	4.17	5.67	5.63
M-R2	0.0	0.0	2.7	6.33	7.72	7.14	6.82	6.83
P-R3	2.4	2.3	6.3	5.81	6.39	6.05	5.43	5.64
M-R3	0.0	0.0	4.6	7.08	7.32	4.80	7.73	6.19

*P:* Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M:* Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3:* Número de Repeticiones; *DDT:* Días después de trasplante.

**Anexo 21. Tabla. Promedios de variable Peso Promedio por unidad de Fruto de fruto en unidad experimental de 83 a 149 DDT****Peso promedio por unidad Fruto en plantas de unidad experimental (g/Fruto).****Módulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	135	110	50	80	85	71	76	80
M-R1	73	158	117	74	114	97	86	126
P-R2	100	143	101	70	102	85	88	88
M-R2	136	120	118	105	143	118	127	139
M-R3	148	128	124	86	139	146	147	152
P-R3	128	162	112	101	142	123	135	146

**Peso promedio por unidad Fruto en plantas de unidad experimental (g/Fruto).****Módulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	110	112	84	75	68	62	83	63
M-R1	0	84	133	94	125	145	135	109
M-R2	0	146	97	79	147	118	77	102
P-R2	0	109	87	105	93	116	122	111
M-R3	0	197	130	95	141	186	124	149
P-R3	98	125	107	120	126	103	110	108

**Peso promedio por unidad Fruto en plantas de unidad experimental (g/Fruto).****Módulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
M-R1	120	132	71	65	111	97	112	82
P-R1	0	169	129	92	112	122	101	84
P-R2	190	130	110	137	129	140	124	96
M-R2	0	0	205	123	208	151	141	162
P-R3	153	136	122	107	153	125	98	91
M-R3	0	0	178	147	196	186	143	119

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.

**Anexo 22. Tabla Promedios de variable Peso de frutos por las 4 plantas evaluadas en unidad de experimental de 83 a 149 DDT**

**Peso de Frutos por las 4 plantas evaluadas (Kg/Planta) por unidad experimental.  
Módulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	4.2	3.3	1.6	2.0	3.4	2.4	1.1	1.5
M-R1	1.0	4.5	4.0	1.6	5.1	4.6	1.5	7.0
P-R2	0.8	2.1	2.2	0.7	3.9	3.2	2.5	4.4
M-R2	2.4	2.8	2.9	2.2	5.9	3.2	4.3	10.3
M-R3	1.2	2.7	3.4	1.9	4.3	6.0	2.4	11.3
P-R3	3.8	2.5	3.2	2.8	7.9	6.1	4.7	9.7

**Peso de Frutos por las 4 plantas evaluadas (Kg/Planta) por unidad experimental.  
Módulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	1.2	2.1	1.4	1.9	2.3	2.1	1.1	2.1
M-R1	0.0	0.7	2.8	1.3	3.1	5.3	4.7	7.2
M-R2	0.0	3.4	1.2	1.8	4.5	4.4	2.8	7.5
P-R2	0.0	1.1	1.5	1.1	1.7	3.1	1.4	6.4
M-R3	0.0	0.8	4.0	1.8	2.1	2.2	2.6	6.3
P-R3	0.2	2.8	5.0	2.8	8.3	4.5	6.1	8.7

**Peso de Frutos por las 4 plantas evaluadas (Kg/Planta) por unidad experimental.  
Módulo 3 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
M-R1	1.0	1.6	2.1	1.3	3.7	1.2	2.7	2.3
P-R1	0.0	3.5	2.6	2.7	5.6	6.1	4.8	5.8
P-R2	0.4	1.6	2.7	4.1	3.6	5.2	4.0	7.7
M-R2	0.0	0.0	0.8	0.7	4.1	3.5	2.8	9.4
P-R3	1.3	0.5	3.2	3.9	7.5	7.1	3.9	7.2
M-R3	0.0	0.0	3.2	2.9	6.1	7.5	7.7	7.3

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 23. Tabla Promedios de variable Peso de frutos por área evaluadas en la unidad de experimental de 83 a 149 DDT**

**Peso de Frutos por área (Kg/m<sup>2</sup>) en unidad experimental. Módulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	7.7	6.7	4.2	3.5	8.8	6.3	4.3	4.0
M-R1	3.3	7.6	12.6	4.7	9.1	11.0	4.6	9.9
P-R2	1.8	4.8	6.0	4.1	7.2	8.5	8.4	8.4
M-R2	3.9	5.3	7.1	4.3	11.0	7.6	7.1	17.6
M-R3	1.4	3.5	8.5	5.4	10.0	9.6	7.6	17.2
P-R3	3.3	5.6	6.4	7.7	20.8	10.6	9.9	18.0

**Peso de Frutos por área (Kg/m<sup>2</sup>) en unidad experimental. Módulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
P-R1	2.8	6.1	4.2	4.1	8.1	7.6	3.7	5.4
M-R1	0.5	3.6	9.4	4.3	9.8	15.2	8.8	14.1
M-R2	0.4	5.9	5.2	4.6	10.3	11.4	8.2	10.9
P-R2	1.0	5.4	7.2	4.2	6.0	9.8	5.6	10.6
M-R3	0.5	3.6	11.2	4.7	9.7	11.1	10.0	10.7
P-R3	0.7	5.9	15.3	7.2	21.2	13.2	16.9	20.6

**Peso de Frutos por área (Kg/m<sup>2</sup>) en unidad experimental. Módulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT							
	104	111	118	125	132	139	146	153
M-R1	3.8	7.8	0.4	3.1	10.3	5.4	8.1	4.8
P-R1	1.0	7.2	0.0	7.2	12.8	14.2	9.4	10.5
P-R2	3.3	6.6	1.2	8.5	16.3	18.3	13.1	16.1
M-R2	0.0	0.0	0.0	1.7	7.5	6.3	4.5	12.1
P-R3	3.5	1.8	0.7	11.1	16.1	15.7	11.2	18.7
M-R3	0.0	1.8	0.0	8.4	16.2	16.2	20.9	14.7

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.

**Anexo 24. Tabla. Valores de Coeficiente de Utilización Biológica (CUB) en las unidades experimentales para sistema Foliar de 83 a 149 DDT**

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Foliar [Kg/Kg] Modulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	88.4	476.2	151.7	138.0	5,286.3	68,181.8	23,041.5
M-R1	93.1	505.1	181.4	181.2	8,196.7	66,964.3	30,426.0
P-R2	78.9	470.2	177.7	153.9	6,854.0	46,225.0	20,107.2
M-R2	78.2	421.3	179.0	209.6	3,937.0	56,391.0	29,325.5
M-R3	138.4	672.6	239.6	106.5	21,490.0	62,111.8	92,592.6
P-R3	109.9	501.7	140.4	167.1	21,126.8	63,965.9	56,926.0

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Foliar [Kg/Kg] Modulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	81.4	479.2	293.0	165.8	9,445.8	71,770.3	22,539.4
M-R1	113.8	590.6	225.6	155.0	10,207.6	101,010.1	33,185.8
M-R2	96.5	543.5	176.5	149.6	3,282.3	76,335.9	33,898.3
P-R2	95.1	528.2	210.4	156.1	6,988.1	63,829.8	26,525.2
M-R3	72.4	406.5	112.6	111.5	100,000.0	53,097.3	40,160.6
P-R3	97.3	513.7	158.9	149.6	12,626.3	47,619.0	21,398.0

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Foliar [Kg/Kg] Modulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
M-R1	81.0	479.2	188.4	194.4	9,765.6	70,754.7	16,528.9
P-R1	82.5	451.8	153.4	178.2	7,024.1	66,225.2	10,881.4
P-R2	98.6	515.5	177.3	175.3	3,588.5	71,770.3	42,613.6
M-R2	88.5	506.8	200.5	132.1	4,213.5	56,497.2	16,103.1
P-R3	102.4	535.7	200.8	133.7	16,465.4	29,182.9	22,354.7
M-R3	81.3	434.8	99.3	108.6	14,285.7	45,112.8	86,705.2

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.

**Anexo 25. Tabla Valores de Coeficiente de Utilización Biológica (CUB) en las unidades experimentales para sistema Radicular de 83 a 149 DDT**

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Radicular [Kg/Kg] Modulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	131.8	604.8	163.6	267.0	17,261.2	26,785.7	151,515.2
M-R1	168.4	882.4	283.0	277.4	12,981.4	21,337.1	162,162.2
P-R2	155.9	810.8	282.5	281.1	15,932.0	31,779.7	188,679.2
M-R2	155.9	688.1	188.4	209.6	21,772.3	17,311.0	143,540.7
M-R3	152.9	746.3	219.9	149.6	4,639.7	16,675.9	120,481.9
P-R3	89.4	721.2	222.6	190.9	5,421.0	21,082.2	143,540.7

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Radicular [Kg/Kg] Modulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	153.8	877.2	354.6	234.8	8,169.9	17,699.1	126,050.4
M-R1	169.5	872.1	252.5	192.6	10,593.2	20,964.4	112,782.0
M-R2	206.6	986.8	273.7	300.8	5,827.5	22,091.3	303,030.3
P-R2	149.4	806.5	216.5	367.9	9,765.6	22,058.8	153,846.2
M-R3	145.1	666.7	183.4	146.5	3,848.1	15,706.8	104,166.7
P-R3	158.4	694.4	234.4	203.6	4,860.7	21,945.9	142,857.1

**Valores de Coeficiente de utilización Biológica (CUB), en las unidades experimentales para sistema Radicular [Kg/Kg] Modulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
M-R1	163.6	852.3	295.9	225.0	10,224.9	20,229.3	128,205.1
P-R1	147.3	707.5	194.3	273.9	9,066.2	16,787.9	114,942.5
P-R2	164.7	793.7	197.1	232.3	4,911.6	21,082.2	152,284.3
M-R2	158.1	738.9	243.5	199.8	3,877.0	13,345.2	109,890.1
P-R3	143.5	627.6	190.6	151.7	5,324.8	14,677.1	110,294.1
M-R3	124.7	721.2	161.3	148.6	6,226.7	18,416.2	167,597.8

*P*: Factor de tratamiento Híbrido Pietro; *M*: Factor de tratamiento Híbrido Mateus; *R1, R2, R3*: Número de Repeticiones; *DDT*: Días después de trasplante.

**Anexo 26. Tabla Valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN) en las unidades experimentales para las plantas de 83 a 149 DDT.**

**Valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN), en las unidades experimentales en la planta [Kg/Kg] Modulo 1 Floración y Llenado (Kc=0.6)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	14.7	11.6	0.4	0.9	0.3	0.3	3.4
M-R1	13.8	10.8	2.6	0.7	0.2	0.4	2.6
P-R2	16.4	11.6	2.5	0.8	0.3	0.5	3.9
M-R2	15.7	12.4	3.2	0.6	0.4	0.4	2.6
M-R3	9.4	8.1	2.8	1.2	0.1	0.4	0.9
P-R3	14.6	12.9	4.0	0.9	0.1	0.5	1.7

**Valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN), en las unidades experimentales en la planta [Kg/Kg] Modulo 2 Floración y Llenado (Kc=0.8)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
P-R1	17.0	12.2	1.8	0.8	0.2	0.4	3.8
M-R1	11.8	9.6	2.4	0.9	0.2	0.3	2.5
M-R2	15.2	11.4	2.8	1.0	0.6	0.4	2.7
P-R2	13.0	9.9	2.3	0.8	0.2	0.3	2.9
M-R3	19.1	14.4	4.1	1.2	0.1	0.5	2.2
P-R3	20.4	16.4	4.5	1.3	0.2	0.7	5.6

**Valores de Eficiencia de Utilización de Nutrientes (EUN), en las unidades experimentales en la planta [Kg/Kg] Modulo 3 Floración y Llenado (Kc=1.1)**

Unidades Experimentales	DDT						
	Ca (Kg/Kg)	Mg (Kg/Kg)	K (Kg/Kg)	P (Kg/Kg)	Fe (Kg/Kg)	Mn (Kg/Kg)	Cu (Kg/Kg)
M-R1	15.3	11.0	2.3	0.6	0.2	0.3	4.6
P-R1	17.7	13.7	4.4	0.8	0.3	0.5	8.1
P-R2	14.3	11.5	4.1	0.8	0.5	0.4	2.0
M-R2	13.4	10.0	2.7	0.9	0.4	0.4	4.5
P-R3	15.2	12.4	4.3	1.1	0.2	0.9	4.2
M-R3	20.0	15.7	6.0	1.5	0.2	0.7	1.2

**P:** Factor de tratamiento Híbrido Pietro; **M:** Factor de tratamiento Híbrido Mateus; **R1, R2, R3:** Número de Repeticiones; **DDT:** Días después de trasplante.



**Anexo 27. Salidas de Anova y medias para la variable de altura**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 01:35:40 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza****ALTURA EPOCA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ALTURA	1	18	0.88	0.48	14.87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	1198.21	13	92.17	2.21	0.2304	
LAMINA	42.61	2	21.30	0.60	0.5902	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	223.99	2	111.99	3.17	0.1496	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	141.25	4	35.31	0.85	0.5614	
HIBRIDO	452.00	1	452.00	9.26	0.0931	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	97.58	2	48.79	1.17	0.3975	
LAMINA*HIBRIDO	240.77	2	120.39	2.89	0.1671	
Error	166.51	4	41.63			
Total	1364.72	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=9.52568**

Error: 35.3131 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
0.30	44.58	6	2.43 A
0.10	44.37	6	2.43 A
0.20	41.22	6	2.43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=14.16765**

Error: 48.7906 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	48.40	9	2.33 A
Mateus	38.38	9	2.33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=14.62637**

Error: 41.6281 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
0.30	Pietro	54.73	3	3.73 A
0.10	Pietro	46.30	3	3.73 A B
0.20	Pietro	44.17	3	3.73 A B
0.10	Mateus	42.43	3	3.73 A B
0.20	Mateus	38.27	3	3.73 B
0.30	Mateus	34.43	3	3.73 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=9.52568**

Error: 35.3131 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	47.88	6	2.43 A
1.00	43.02	6	2.43 A
2.00	39.27	6	2.43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**ALTURA EPOCA 2**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ALTURA	2	18	0.67	0.00	16.59

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3107.42	13	239.03	0.62	0.7718	
LAMINA	582.21	2	291.10	4.57	0.0927	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	443.36	2	221.68	3.48	0.1332	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	254.83	4	63.71	0.16	0.9458	
HIBRIDO	425.35	1	425.35	3.92	0.1863	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	217.03	2	108.52	0.28	0.7693	
LAMINA*HIBRIDO	1184.64	2	592.32	1.53	0.3211	
Error	1548.85	4	387.21			
Total	4656.27	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.79457**

Error: 63.7081 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
0.10	125.00	6	3.26 A
0.20	119.63	6	3.26 A B
0.30	111.18	6	3.26 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=21.12886**

Error: 108.5156 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	123.47	9	3.47 A
Mateus	113.74	9	3.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=44.60848**

Error: 387.2114 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
0.30	Pietro	127.43	3	11.36 A
0.10	Pietro	125.37	3	11.36 A
0.10	Mateus	124.63	3	11.36 A
0.20	Mateus	121.67	3	11.36 A
0.20	Pietro	117.60	3	11.36 A
0.30	Mateus	94.93	3	11.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.79457**

Error: 63.7081 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	125.62	6	3.26 A
1.00	115.38	6	3.26 A
2.00	114.82	6	3.26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 28. Salidas de anova y comparación de medias para la variable de numero de frutos.**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 01:51:02 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FRUTOS	18	0.76	0.00	24.86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	69.95	13	5.38	0.97	0.5721	
LAMINA	4.01	2	2.00	3.40	0.1370	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	26.95	2	13.47	22.88	0.0065	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	2.36	4	0.59	0.11	0.9741	
HIBRIDO	11.36	1	11.36	2.05	0.2884	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	11.07	2	5.54	1.00	0.4450	
LAMINA*HIBRIDO	14.20	2	7.10	1.28	0.3718	
Error	22.19	4	5.55			
Total	92.14	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.23011**

Error: 0.5889 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
1.10	10.12	6	0.31 A
0.60	9.30	6	0.31 A
0.80	9.00	6	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.77283**

Error: 5.5372 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	10.27	9	0.78 A
Mateus	8.68	9	0.78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=5.33926**

Error: 5.5472 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
1.10	Pietro	12.17	3	1.36 A
0.60	Pietro	9.43	3	1.36 A
0.80	Pietro	9.20	3	1.36 A
0.60	Mateus	9.17	3	1.36 A
0.80	Mateus	8.80	3	1.36 A
1.10	Mateus	8.07	3	1.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) **Test:LSD**

**Fisher Alfa=0.05 DMS=1.23011**

Error: 0.5889 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	11.15	6	0.31 A
2.00	9.00	6	0.31 B
1.00	8.27	6	0.31 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 29. Salidas de Anova y comparación de medias para la variable de numero de flores.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FLORES	18	0.67	0.00	17.16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	17.10	13	1.32	0.63	0.7655	
LAMINA	2.90	2	1.45	2.94	0.1641	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	2.83	2	1.42	2.87	0.1689	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	1.98	4	0.49	0.24	0.9048	
HIBRIDO	1.45	1	1.45	216.75	0.0046	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.01	2	0.01	3.2E-03	0.9968	
LAMINA*HIBRIDO	7.93	2	3.97	1.89	0.2642	
Error	8.39	4	2.10			
Total	25.48	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.12653**

Error: 0.4939 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
0.60	8.93	6	0.29 A
1.10	8.43	6	0.29 A
0.80	7.95	6	0.29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.16561**

Error: 0.0067 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	8.72	9	0.03 A
Mateus	8.16	9	0.03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.28253**

Error: 2.0967 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
1.10	Pietro	9.63	3	0.84 A
0.60	Pietro	8.93	3	0.84 A
0.60	Mateus	8.93	3	0.84 A
0.80	Mateus	8.30	3	0.84 A
0.80	Pietro	7.60	3	0.84 A
1.10	Mateus	7.23	3	0.84 A

Med

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.12653**

Error: 0.4939 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	8.98	6	0.29 A
1.00	8.28	6	0.29 A
2.00	8.05	6	0.29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 30. Salidas de anova y comparación de medias para la variable de numero de racimos**

Nueva tabla : 19/05/2018 - 06:41:24 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RACIMOS	18	0.50	0.00	19.45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	2.45	13	0.19	0.30	0.9545	
LAMINA	0.01	2	3.9E-03	0.15	0.8636	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	1.07	2	0.54	21.02	0.0075	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	0.10	4	0.03	0.04	0.9954	
HIBRIDO	0.14	1	0.14	0.83	0.4575	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.34	2	0.17	0.28	0.7725	
LAMINA*HIBRIDO	0.78	2	0.39	0.63	0.5778	
Error	2.48	4	0.62			
Total	4.92	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25625**

Error: 0.0256 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
0.60	4.07	6	0.07 A
0.80	4.05	6	0.07 A
1.10	4.02	6	0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.83765**

Error: 0.1706 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	4.13	9	0.14 A
Mateus	3.96	9	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.78340**

Error: 0.6189 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
1.10	Pietro	4.40	3	0.45 A
0.60	Mateus	4.13	3	0.45 A
0.80	Mateus	4.10	3	0.45 A
0.80	Pietro	4.00	3	0.45 A
0.60	Pietro	4.00	3	0.45 A
1.10	Mateus	3.63	3	0.45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.25625**

Error: 0.0256 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	4.38	6	0.07 A
2.00	3.93	6	0.07 B
1.00	3.82	6	0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 31. Salidas de anova y comparación de medias para la variable de diámetro de tallo de planta**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:02:49 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

**DIAMETRO EPOCA 1**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ALTURA	1	18	0.81	0.20	10.34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	4.54	13	0.35	1.32	0.4275	
LAMINA	1.10	2	0.55	5.09	0.0795	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	2.54	2	1.27	11.74	0.0212	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	0.43	4	0.11	0.41	0.7952	
HIBRIDO	0.11	1	0.11	2.48	0.2559	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.09	2	0.04	0.17	0.8523	
LAMINA*HIBRIDO	0.27	2	0.13	0.51	0.6362	
Error	1.06	4	0.26			
Total	5.60	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.52761**

Error: 0.1083 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.
1.10	5.32	6	0.13 A
0.80	4.80	6	0.13 A B
0.60	4.78	6	0.13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.42492**

Error: 0.0439 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	5.04	9	0.07 A
Mateus	4.89	9	0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.16454**

Error: 0.2639 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
1.10	Pietro	5.57	3	0.30 A
1.10	Mateus	5.07	3	0.30 A
0.80	Pietro	4.80	3	0.30 A
0.80	Mateus	4.80	3	0.30 A
0.60	Mateus	4.80	3	0.30 A
0.60	Pietro	4.77	3	0.30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.52761**

Error: 0.1083 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3.00	5.48	6	0.13	A
1.00	4.82	6	0.13	B
2.00	4.60	6	0.13	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## DIAMETRO EPOCA 2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	2	18	0.60	0.00 11.17

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3.98	13	0.31	0.47	0.8660	
LAMINA	0.61	2	0.31	1.24	0.3804	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	1.74	2	0.87	3.52	0.1312	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	0.99	4	0.25	0.38	0.8159	
HIBRIDO	0.18	1	0.18	1.33	0.3675	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.27	2	0.14	0.21	0.8219	
LAMINA*HIBRIDO	0.19	2	0.09	0.15	0.8693	
Error	2.62	4	0.66			
Total	6.60	17				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.79703**

Error: 0.2472 gl: 4

LAMINA	Medias	n	E.E.	
1.10	7.48	6	0.20	A
0.60	7.22	6	0.20	A
0.80	7.03	6	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.74524**

Error: 0.1350 gl: 2

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Mateus	7.34	9	0.12	A
Pietro	7.14	9	0.12	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.83470**

Error: 0.6550 gl: 4

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
1.10	Pietro	7.50	3	0.47	A
1.10	Mateus	7.47	3	0.47	A
0.60	Mateus	7.30	3	0.47	A
0.80	Mateus	7.27	3	0.47	A
0.60	Pietro	7.13	3	0.47	A
0.80	Pietro	6.80	3	0.47	A

Medi

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.79703**

Error: 0.2472 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3.00	7.68	6	0.20	A
2.00	7.05	6	0.20	A
1.00	7.00	6	0.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 32. Salida de rendimiento de peso de frutos por área en la unidad experimental.

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:30:55 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO AREA	12	1.00	0.99	2.30

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	38.77	9	4.31	166.73	0.0060	
LAMINA	1.45	2	0.73	0.83	0.5473	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	1.76	2	0.88	33.97	0.0286	
HIBRIDO	0.96	1	0.96	4.52	0.2800	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.21	1	0.21	8.26	0.1028	
LAMINA*HIBRIDO	34.38	2	17.19	665.45	0.0015	
Error	0.05	2	0.03			
Total	38.82	11				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.85000

Error: 0.8775 gl: 2

LAMINA	Medias	n	E.E.
1.10	7.43	4	0.47 A
0.60	6.95	4	0.47 A
0.80	6.58	4	0.47 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.38832

Error: 0.2133 gl: 1

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Pietro	7.27	6	0.19 A
Mateus	6.70	6	0.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.69155

Error: 0.0258 gl: 2

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
1.10	Pietro	10.10	2	0.11 A
0.60	Mateus	7.95	2	0.11 B
0.80	Mateus	7.40	2	0.11 B
0.60	Pietro	5.95	2	0.11 C
0.80	Pietro	5.75	2	0.11 C
1.10	Mateus	4.75	2	0.11 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.69155

Error: 0.0258 gl: 2

LAMINA	BLOQUE	Medias	n	E.E.
1.10	1.00	7.95	2	0.11 A
0.60	2.00	7.10	2	0.11 B



0.80	2.00	6.95	2	0.11	B
1.10	2.00	6.90	2	0.11	B
0.60	1.00	6.80	2	0.11	B C
0.80	1.00	6.20	2	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 33. Salida de rendimiento de peso sobre las 4 plantas evaluadas

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:26:32 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO PLANTAS	12	0.98	0.91	8.52

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	7.24	9	0.80	12.87	0.0741	
LAMINA	1.03	2	0.52	88.43	0.0112	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	0.16	1	0.16	28.00	0.0339	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	0.01	2	0.01	0.09	0.9146	
HIBRIDO	0.56	1	0.56	4.69	0.2753	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.12	1	0.12	1.92	0.3001	
LAMINA*HIBRIDO	5.35	2	2.68	42.81	0.0228	
Error	0.12	2	0.06			
Total	7.37	11				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.23237

Error: 0.0058 gl: 2

LAMINA Medias n E.E.

0.60	3.20	4	0.04	A
1.10	3.08	4	0.04	A
0.80	2.53	4	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.54124

Error: 0.1200 gl: 1

HIBRIDO Medias n E.E.

Mateus	3.15	6	0.14	A
Pietro	2.72	6	0.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.07566

Error: 0.0625 gl: 2

LAMINA HIBRIDO Medias n E.E.

0.60	Mateus	3.95	2	0.18	A
1.10	Pietro	3.80	2	0.18	A
0.80	Mateus	3.15	2	0.18	A B
0.60	Pietro	2.45	2	0.18	B C
1.10	Mateus	2.35	2	0.18	B C
0.80	Pietro	1.90	2	0.18	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 34. Salida de número de frutos sobre las 4 plantas evaluadas en cada unidad experimental.**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:11:39 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FRUTOS	12	0.96	0.76	11.93

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	458.50	9	50.94	4.91	0.1807	
LAMINA	55.37	2	27.69	25.62	0.0376	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	2.08	1	2.08	1.93	0.2994	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	2.16	2	1.08	0.10	0.9057	
HIBRIDO	8.33	1	8.33	6.25	0.2422	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	1.33	1	1.33	0.13	0.7543	
LAMINA*HIBRIDO	389.21	2	194.61	18.75	0.0506	
Error	20.76	2	10.38			
Total	479.26	11				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=3.16301**

Error: 1.0808 gl: 2

LAMINA Medias n E.E.

0.60	29.45	4	0.52	A
1.10	27.38	4	0.52	A B
0.80	24.23	4	0.52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=8.47080**

Error: 1.3333 gl: 1

HIBRIDO Medias n E.E.

Pietro	27.85	6	0.47	A
Mateus	26.18	6	0.47	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=13.86285**

Error: 10.3808 gl: 2

LAMINA HIBRIDO Medias n E.E.

1.10	Pietro	36.25	2	2.28	A
0.60	Mateus	32.25	2	2.28	A B
0.80	Mateus	27.80	2	2.28	A B
0.60	Pietro	26.65	2	2.28	A B
0.80	Pietro	20.65	2	2.28	B
1.10	Mateus	18.50	2	2.28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 35. Salida de diámetro de unidad de fruto promedio evaluada en cada unidad experimental.**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:17:29 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAMETRO	12	0.91	0.50	8.33

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3.77	9	0.42	2.20	0.3511	
LAMINA	1.31	2	0.65	4.56	0.1799	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	0.01	1	0.01	0.09	0.7892	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	0.29	2	0.14	0.75	0.5700	
HIBRIDO	0.65	1	0.65	5.44	0.2578	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	0.12	1	0.12	0.63	0.5101	
LAMINA*HIBRIDO	1.39	2	0.69	3.65	0.2151	
Error	0.38	2	0.19			
Total	4.15	11				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.15185**

Error: 0.1433 gl: 2

LAMINA	Medias	n	E.E.
0.80	5.60	4	0.19 A
0.60	5.30	4	0.19 A
1.10	4.80	4	0.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.54124**

Error: 0.1200 gl: 1

HIBRIDO	Medias	n	E.E.
Mateus	5.47	6	0.14 A
Pietro	5.00	6	0.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.87548**

Error: 0.1900 gl: 2

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.
0.60	Mateus	6.00	2	0.31 A
0.80	Mateus	5.70	2	0.31 A
0.80	Pietro	5.50	2	0.31 A
1.10	Pietro	4.90	2	0.31 A
1.10	Mateus	4.70	2	0.31 A
0.60	Pietro	4.60	2	0.31 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 36. Peso por unidad de fruto evaluada en cada unidad experimental**

Nueva tabla : 17/05/2018 - 02:21:44 p.m. - [Versión : 31/03/2015]

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO FRUTO	12	0.98	0.89	5.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo.	3770.00	9	418.89	11.06	0.0856	
LAMINA	1989.01	2	994.50	16.76	0.0563	(LAMINA*BLOQUE)
BLOQUE	9.90	1	9.90	0.17	0.7225	(LAMINA*BLOQUE)
LAMINA*BLOQUE	118.69	2	59.34	1.57	0.3895	
HIBRIDO	676.50	1	676.50	33.79	0.1085	(HIBRIDO*BLOQUE)
HIBRIDO*BLOQUE	20.02	1	20.02	0.53	0.5427	
LAMINA*HIBRIDO	955.89	2	477.94	12.62	0.0734	
Error	75.73	2	37.86			
Total	3845.73	11				

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=23.43728**

Error: 59.3433 gl: 2

LAMINA	Medias	n	E.E.	
1.10	125.03	4	3.85	A
0.60	110.58	4	3.85	A B
0.80	93.53	4	3.85	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=32.82436**

Error: 20.0208 gl: 1

HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
Mateus	117.22	6	1.83	A
Pietro	102.20	6	1.83	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=26.47559**

Error: 37.8633 gl: 2

LAMINA	HIBRIDO	Medias	n	E.E.	
0.60	Mateus	129.70	2	4.35	A
1.10	Pietro	127.60	2	4.35	A
1.10	Mateus	122.45	2	4.35	A B
0.80	Mateus	99.50	2	4.35	B C
0.60	Pietro	91.45	2	4.35	C
0.80	Pietro	87.55	2	4.35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )