

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ECOFISIOLÓGICO Y LA
GERMINACIÓN EN TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum*,
MATERIAL NARANJA COMÚN, EN EL MUNICIPIO DE PASCA-
CUNDINAMARCA**

DEIMAR ENRIQUE NIÑO PALACIO
EDWARS RAUL COTRINO SARMIENTO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ
2015

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ECOFISIOLÓGICO Y LA
GERMINACIÓN EN TOMATE DE ÁRBOL *Solanum betaceum*,
MATERIAL NARANJA COMÚN EN EL MUNICIPIO DE PASCA-
CUNDINAMARCA**

DEIMAR ENRIQUE NIÑO PALACIO
EDWARS RAUL COTRINO SARMIENTO

Trabajo de grado presentado como
Requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

Directora:
CRISTINA MENDOZA FORERO.
Biol. *MSc.* Fisiología de cultivos

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ
2015

DEDICATORIA

A nuestros padres Luis Niño y Luz Palacios,

Y Orlando Cotrino y Luz Sarmiento,

Por su amor, apoyo y comprensión.

“sólo una cosa convierte en

Imposible un sueño: el miedo a fracasar”

Paulo Coelho

AGRADECIMIENTOS

A la docente Cristina Mendoza Forero por su orientación, apoyo y aportes, fueron clave para la elaboración de este trabajo.

A los investigadores del proyecto “Red Nacional para la bioprospección de frutas tropicales – RIFRUTBIO” por su apoyo y asesoría.

A La Universidad Nacional De Colombia y en particular al grupo de investigación fisiología del estrés y biodiversidad en plantas y microorganismos y a su directora Luz Marina Melgarejo, por facilitar los equipos necesarios para lo análisis ecofisiológico.

Al señor Alberto Suarez encargado del laboratorio de fitopatología por su permanente colaboración, apoyo y confianza en el desarrollo de nuestro desempeño.

Al señor Claudio Patino, por facilitar el predio para la realización del proyecto.

A todos los docentes que participaron en nuestra formación profesional.

A nuestras familias, Por Su Incondicional Y Permanente Apoyo En Búsqueda De Nuestra Realización Profesional.

A la Universidad de Cundinamarca por ser gestora de nuestra formación profesional y por la oportunidad y confianza para el optimo desarrollo.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron con la culminación de esta investigación.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivo General.....	3
	Análisis del comportamiento ecofisiológico y la germinación en tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común en el municipio de Pasca - Cundinamarca	3
2.2	Objetivos Específicos	3
3	MARCO TEÓRICO	4
3.1	Descripción de la Especie.....	4
3.2	Clasificación Taxonómica	5
3.3	Semillas y Germinación.....	5
3.3.1	Fases del proceso de germinación	6
3.3.2	Condiciones para la germinación de semillas	7
3.3.3	Viabilidad de semillas.....	7
3.3.4	Fotoblastismo.....	8
3.3.5	Acido giberélico	10
3.4	Ecofisiología	10
3.4.1	Fenología	11
3.4.2	Fotosíntesis.....	12
4	MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1	MATERIALES.....	16
4.1.1	Material vegetal	16
4.1.2	Equipos	17
4.1.3	Insumos y reactivos.....	17
4.2	Metodología para la evaluación de la germinación.....	17
4.2.1	Localización pruebas de germinación	17
4.2.2	Prueba de viabilidad.....	18
4.2.3	Adecuación del invernadero	18
4.2.4	Siembra de semillas tomate de árbol (<i>S. betaceum</i>) en Invernadero.....	19

4.2.5 Pruebas de germinación.....	21
4.3 Evaluación Ecofisiológica	21
4.3.1 Localización en campo	21
4.3.2 Toma de datos fenológicos	22
4.3.3 Toma de datos ecofisiológicos	22
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Evaluación de la Germinación.....	25
5.1.1 Viabilidad.....	25
5.1.2 Tratamientos Germinativos	26
5.2 Evaluación ecofisiológica	32
5.2.1 Seguimiento del Estado Fenológico	32
5.2.2 Curva De Luz.....	35
5.2.3 Comportamiento fotosintético y transpiratorio	36
5.2.4. Fluorescencia de la clorofila.....	39
6 CONCLUSIONES.....	43
7 RECOMENDACIONES.....	45
8 BIBLIOGRAFIA	46
9 ANEXOS.....	51

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A	Fotosíntesis
mg:	Miligramos.
g:	Gramos.
%:	Percentage.
°C:	Grado(s) <i>Celsius</i> .
cm:	Centímetro(s)
E	Transpiración
UI:	Unidad de medida de la cantidad de una sustancia.
g:	Gramo(s).
gs	Conductancia estomática
Kg:	Kilogramo.
l:	Litro.
m:	Metro(s).
ml:	Mililitro(s).
mm:	Milímetro(s).
Ha:	Hectárea(s).
Fig:	Figura.
osc:	Oscuridad.
msnm:	Metros sobre el nivel del mar.
TTOS:	Tratamientos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presenta la relación de los insumos, materiales y reactivos utilizados para el desarrollo de la investigación	17
Tabla 2. Tratamientos para prueba de germinación, semilla tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	20
Tabla 3. Porcentaje de germinación semillas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	5
Figura. 2 Coloración rosácea semillas tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	8
Figura 3 Fenología del cultivo de tomate de árbol (Revelo J. 2004).....	12
Figura 4 Planta madre, frutos y semillas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	16
Figura 5 Prueba de viabilidad, coloración rojiza del tetrazolio de <i>Solanum betaceum</i> material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	18
Figura 6 Invernadero Universidad De Cundinamarca sede Fusagasugá (Cotrino y Niño, 2015).....	19
Figura 7 Mapa de distribución de los tratamientos (Cotrino y Niño, 2015).....	20
Figura 8 Tratamientos semillas <i>Solanum betaceum</i> (Cotrino y Niño, 2015).....	21
Figura 9 Medida del comportamiento fotosintético (IRGA) y fluorescencia de la clorofila (Fluorómetro) en tomate de árbol (<i>S. betaceum</i>) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).....	24
Figura 10 Prueba solución cloruro de trifetil tetrazolio, en semillas de <i>Solanum betaceum</i> (Cotrino y Niño, 2015).....	25
Figura 11 (TTO7) (AG3 12h/luz y 12/osc.).....	27
Figura 12 (TTO1 agua y 24 horas luz).....	27
Figura 14 (TTO 8) (AG3 12 h/12 h/osc. Y desgaste de testa)	27
Figura 13 (TTO 5) AG3 24 horas luz)	27
Figura 15 (TTO3)(agua y 12horas luz Y 12 horas oscuridad)	28
Figura 16 (TTO 6) (AG3 24 horas oscuridad)	28
Figura 17 (TTO 4)(agua 12 h/luz, 12 h/osc. y desgaste de testa)	28
Figura 18 (TTO 2)(agua y 24 horas oscuridad).....	28
Figura. 19 Grafica porcentaje de germinación por tratamiento durante 14 días (Cotrino y Niño, 2015).....	29

Figura. 20. Velocidad de germinación de semillas <i>Solanum betaceum</i> material naranja común.....	31
Figura. 21. A) Promedio altura del tallo en centímetros después de trasplante en campo Y B) promedio diámetro del tallo <i>Solanum betaceum</i> material naranja común durante 20 semanas (Cotrino y Niño, 2015).....	32
Figura. 22. A) Promedio numero de entrenudos y B) Promedio numero de hojas después después de trasplante en campo <i>Solanum betaceum</i> material naranja común durante 20 semanas (Cotrino y Niño, 2015).....	33
Figura. 23. Curva de luz de <i>Solanum betaceum</i> , Pasca Cundinamarca Colombia (Cotrino, Niño).....	35
Figura. 24 Fotosíntesis de <i>Solanum betaceum</i> material naranja común municipio de pasca (Cundinamarca) veredad santa teresita	37
Figura. 25 Transpiración <i>Solanum betaceum</i> material naranja común.....	38
Figura. 26 Conductancia estomática <i>Solanum betaceum</i> material naranja común.....	38
Figura. 27 temperatura ambiente y temperatura interna de la hoja <i>Solanum betaceum</i> material naranja común.....	39
Figura. 28. A).Rendimiento cuántico fotoquímico del fotosistema II (ϕ PSII) y B) Tasa de transporte de electrones (ETR) en plantas de tomate.....	40
Figura. 29.Radiación fotosintéticamente activa en la vereda Santa Teresita, Pasca, (Cundinamarca), durante las horas de evaluación diaria.....	41
Figura 30. Uso eficiente del agua de <i>Solanum betaceum</i> material naranja común municipio de Pasca – Cundinamarca.....	42

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos vereda santa teresita

Anexo 2. Datos climáticos Pasca – Cundinamarca Estación vereda San Pablo (Hurtado, 2014 – Informe técnico – datos no publicados)

Anexo 3. Semillas germinadas por tratamiento

Anexo 4. Toma de datos fenológicos (altura tallo, numero entrenudos, diámetro del tallo, numero de hojas) tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común.

Anexo 5. Estado fenológico en el que se encuentra el cultivo de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común.

Anexo 6. Labores culturales en campo (plateo).

Anexo 7. Toma de datos con el IRGA.

RESUMEN

El cultivo de tomate de árbol es uno de los cultivos que en Colombia no se han realizado suficientes estudios en cuanto al manejo, producción y comercialización. El presente estudio permitió evaluar el proceso de germinación y conocer el comportamiento ecofisiológico del cultivo en la zona. Para evaluar las semillas de *Solanum betaceum* se extrajeron de una planta madre con buenas características fenotípicas y fitosanitarias en Pasca, se seleccionaron semillas para una prueba de viabilidad con cloruro trifeniltetrazolio, y se obtuvo un porcentaje del 88% de viabilidad. Las pruebas de germinación se evaluaron en el invernadero de la Universidad de Cundinamarca ocho tratamientos con aplicación de agua o de Acido giberelico (AG3): 24 h/luz, 12 h/luz 12 h/oscuridad, 24 h/oscuridad, 12 h/luz 12 h/oscuridad con desgaste de testa. Se presentó alta germinación bajo luz y aun mejor con AG3, con un porcentaje de germinación 95%, indicando el fotoblastismo positivo de las semillas. Para la toma de datos ecofisiológicos las plántulas de tomate de árbol material naranja común, se sembraron en la vereda Santa Teresita de Pasca, se tomaron datos de diámetro de tallo, altura, numero de hojas, numero de entrenudos durante 5 meses. La evaluación ecofisiológica fue realizada con el IRGA (LCipro-ADS) tomando datos cada dos horas de 8:00 am a 4:00 pm a tres hojas de cinco plantas para determinar la curva de luz y la actividad fotosintética de la planta. Con el fluorómetro modulado (Hansatech FMS2, Norfolk, uk), se tomaron muestras cada dos horas de 8:00 am a 4:00 pm a 3 plantas para medir la fluorescencia de la clorofila. La curva de luz se realizó con el fin de hallar el punto de saturación de luz (PAR saturante) y el punto de compensación, en estado vegetativo juvenil, ajustado a un modelo hiperbólico de Michaelis Mentel. Presentando una fotosíntesis máxima de 17,477 $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, el punto de compensación lumínico de 54,42 $\mu\text{moles de fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$, la constante de saturación (K) de 613,08 $\mu\text{moles de fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y la respiración de -0,000608 $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, parámetros que son típicos de una planta C3.

Palabras clave: fotoblastismo positivo, Acido giberelico (AG3), tasa fotosintética, tasa transpiratoria, fluorescencia de clorofila

ABSTRACT

ANALYSIS TO THE ECOPHYSIOLOGICAL BEHAVIOR AND GERMINATION OF THE TAMARILLO *Solanum betaceum*, COMMON ORANGE MATERIAL, IN PASCA-CUNDINAMARCA

The tamarillo crop is one of the crops in Colombia that does not have enough studies related to the management, the production and the marketing. This study allowed to evaluate the germination process and to know the ecophysiological behavior of the crop in the area. To evaluate the *Solanum betaceum* seeds, they were extracted from a mother plant with good phenotypic and phytosanitary characteristics in Pasca. The seeds were selected to have a viability test with triphenyltetrazolium chloride, and a percentage of 88% viability was obtained. The germination tests were done in the greenhouse at the Cundinamarca University, eight treatments with water application or gibberellic acid (GA3): 24 h/light, 12h/light, 12h/darkness, 24h/darkness, 12h/light 12h/darkness with some wear in the testa (seed coat). High germination in high light appeared and it was better with the GA3, with a germination rate of 95%, indicating the positive photoblastism in the seeds. To take the Ecophysiological data the tamarillo common orange material seedlings were planted in the village of Santa Teresita in Pasca. The data of the stem diameter, the height, the number of leaves and the number of internodes were taken for 5 months. The ecophysiological evaluation was performed with IRGA (*LCipro-ADS*) taking data every two hours from 8:00 am to 4:00 pm to three leaves of five plants to determine the light curve and the photosynthetic activity of the plant. With the modulated fluorometer (*Hansatech FMS2, Norfolk, uk*), the samples were taken every two hours from 8:00 am to 4:00 pm to 3 plants to measure chlorophyll fluorescence. The light curve was carried out in order to find the saturation point of light (*PAR saturation*) and the compensation point, in the youth vegetative state, adjusted to a hyperbolic model of Michaelis Mentel. Presenting a maximum photosynthetic of 17,477 $\mu\text{moles of CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, the luminous point compensation of 54.42 $\mu\text{moles of photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$, the constant saturation (K) of 613.08 $\mu\text{mol of photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ and the respiration rate of 0,000608 $\mu\text{moles of CO}_2\text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, parameters that are typical of a C3 plant.

Keywords: Positive Photoblastism, Gibberellic Acid (GA3), Photosynthetic Rate, Transpiration Rate, Respiration Rate, Chlorophyll Fluorescence

1 INTRODUCCIÓN

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*), perteneciente a la familia Solanaceae, es una planta originaria de los bosques andinos, y se encuentra desde Colombia hasta Perú (Albornoz, 1992).

Este cultivo se muestra como una de las especies con mayor proyección para emprender proyectos productivos con miras a la exportación como fruta exótica que resalta por sus cualidades nutricionales, especialmente sus propiedades en la reducción de colesterol, su alto contenido de fibra, vitaminas y su bajo nivel de calorías. De igual forma, su contenido de carbohidratos es bajo, en promedio una fruta proporciona menos de 40 calorías. El fruto maduro contiene menos del 1% de almidón y 5% de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) (Albornoz, 1992).

El tomate de árbol se consume como fruta fresca, es materia prima en la industria para la preparación de jugos, compotas, conservas dulces, jaleas, gelatina, mermelada y concentrados congelados. Es considerado en frutoterapia, por contribuir a curar migrañas y cefaleas severas. Estudios en el área de fitoquímica indican que tiene sustancias como el ácido gama amino butírico que baja la tensión arterial. Además, este fruto se caracteriza por su alto contenido de ácido ascórbico (más de 60 mg/100g), y es rico en pectinas (Prohenset 2004), contiene vitamina A (caroteno 150 UI/100g), vitamina B6 y C (25 mg/100 g), vitamina E, hierro, calcio, fósforo y altos niveles de proteína, pectina y fibra. Es un fruto rico en carotenoides y polifenoles, con una alta actividad antioxidante (Boyes y Strubi, 1997; CUC, 2009).

El cultivo de tomate de árbol en Colombia, se encuentra distribuido a lo largo de la zona andina en los departamentos de Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Valle, Caldas, Quindío, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. El país cuenta con un área sembrada aproximadamente de 8.372 ha, con

un mayor concentración de fruta en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca con valores que van de 2.498 a 2.212 ha respectivamente. En su orden sigue Nariño con 760 ha, Huila con 698 y finalmente Boyacá con 499 ha (Bernal J. 1995).

En la actualidad, las investigaciones sobre este frutal se han orientado principalmente a problemas fitosanitarios como virus, antracnosis, gota y diversos problemas estudio usados por bacterias, nemátodos e insectos plaga. Sin embargo, estudios el área de ecofisiología de este frutal son escasos, por lo tanto con este estudio se quiere contribuir a planes de manejo y adaptación que ayuden a potenciar la producción en la zona de Pasca-Cundinamarca (Bernal, 1995; Revelo, 2004).

Este trabajo hace parte y sus resultados contribuyen al proyecto “Ecofisiología, nutrición mineral y manejo integrado de plagas y enfermedades en aguacate, curuba, gulupa y tomate de árbol orientados hacia su manejo agronómico, como materia prima para el desarrollo de productos de interés comercial” el cual es un componente de la Red Nacional para la Bioprospección de Frutas Tropicales – RIFRUTBIO, (código 550854332012), financiada por Colciencias bajo el CONTRATO RC No. 0459-2013, y desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Cartagena, la Universidad de Nariño y la Universidad de Cundinamarca.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Análisis del comportamiento ecofisiológico y la germinación en tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común en el municipio de Pasca - Cundinamarca

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los factores que influyen en la germinación de semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común, bajo condiciones de laboratorio.
- Analizar el comportamiento fotosintético en tomate de árbol material naranja común, en condiciones de campo en el municipio de Pasca, en estado fenológico vegetativo.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Descripción de la Especie

Solanum betaceum, es una planta que crece entre 1600 y 2400 msnm. Es un arbusto con tallos semileñosos, que alcanza una altura de 2 a 3 m, las hojas son alternas, cordiformes, carnosas, levemente pubescentes y muy grandes. Las flores son de color rosa y lavanda, agrupadas en racimos terminales, que florecen escalonadamente entre mayo y junio. Los frutos son bayas de colores que varían del amarillo al rojo, de forma ovoidal con ápices puntiagudos, contienen muchas semillas pequeñas en cantidades de 120 a 150. El ovario es de dos septos con muchos óvulos, el mesocarpio es de color amarillo crema a naranja; tiene un sabor ligeramente amargo, el mucilago que rodea las semillas es sub ácido y dulce, de color naranja a violeta (Albornoz, 1992; Reyes y Sanabria, 1993; Calvo, 2009).

La propagación se puede realizar por semillas o por estacas e injertos con el fin de dar resistencia a la planta al ataque de fusarium y nemátodos (Bernal, 1995; Revelo, 2004).

3.2 Clasificación Taxonómica

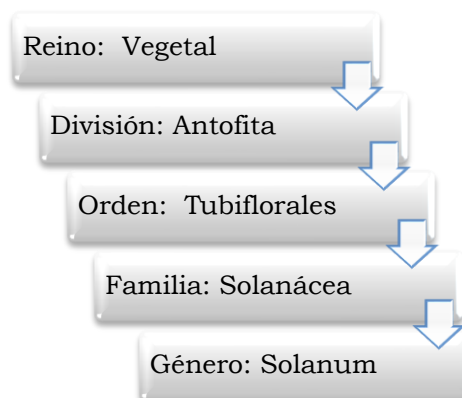


Figura 1 Planta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015)

Nombres comunes: Chilto , Árbol del tomate, tomate andino, Tamarillo (Albornoz, 1992).

3.3 Semillas y Germinación

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. En la naturaleza, la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos períodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas (Paredes, 2007).

La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentra en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituye una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores. Las reservas energéticas de la semilla son: grasas, carbohidratos y a veces proteínas, que sostendrán a la futura planta durante sus primeras etapas de vida. Estas reservas, como se ha dicho, pueden encontrarse en diferentes tejidos o en el embrión mismo, lo cual está relacionado con la germinación y el desarrollo de un nuevo individuo (Camacho 1994).

3.3.1 Fases del proceso de germinación

Las condiciones ambientales para la semilla deben ser favorables: agua, temperatura, oxígeno y luz (Alzugaray, 2007).

Hidratación: la absorción de agua es el primer paso para la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria. Germinación: representa el verdadero proceso en el que se producen las transformaciones metabólicas necesarias para el completo desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse. Crecimiento: es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria (Koornneef, 2002).

3.3.2 Condiciones para la germinación de semillas

- ✓ La semilla debe ser viable
- ✓ Las condiciones ambientales para la semilla deben ser favorables: agua, temperatura, oxígeno y luz.
- ✓ Las condiciones de la semilla deben ser favorables para la germinación (libre de dormancia)
- ✓ Las condiciones de sanidad deben ser satisfactorias, ausencia de agentes patógenos (Baskin, 2001).

3.3.3 Viabilidad de semillas

La mayoría de las plantas, y en concreto las utilizadas por el hombre como plantas cultivadas, utilizan semillas para reproducirse. No obstante, en muchas ocasiones, las semillas tras su maduración y dispersión no son capaces de germinar, o bien porque son durmientes o bien porque las condiciones ambientales no les son favorables. En esta situación las semillas comienzan a deteriorarse lo que se manifiesta por la progresiva pérdida de su capacidad de germinar (viabilidad) y de dar lugar a plántulas sanas y vigorosas (vigor). El tiempo que tardan las semillas en perder su viabilidad (longevidad) es variable según las especies y dependiente de factores tanto externos (temperatura ambiental), como internos (contenido en humedad, genotipo, etc.) a las propias semillas. Dada la importancia de todos estos aspectos en el ámbito de la fisiología y tecnología de semillas, se han desarrollado diferentes protocolos para evaluar la viabilidad y vigor de las semillas, así como para lograr condiciones de almacenamiento que aseguren una mayor longevidad (Pérez y Pita, 1999).

La viabilidad de un lote de semillas, no durmientes, hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables. Para evaluar y cuantificar la viabilidad se pueden realizar diferentes tipos de test, entre los que

destacan: ensayos de germinación, test del tetrazolio y radiografía con rayos X (Pérez y Pita, 1999). Las semillas que permanecen vivas y son capaces de germinar (crecimiento del embrión y aparición de la radícula) cuando las condiciones ambientales son adecuadas, se dice que son viables. Por tanto, el que una semilla germine y el que pueda germinar son dos hechos completamente distintos. Una semilla puede germinar si está viva; que germine o no dependerá principalmente de factores externos (humedad, temperatura, luz) o internos (letargo). Un procedimiento para medir la viabilidad consiste en detectar el funcionamiento de la cadena de transporte electrónico mitocondrial. Esto se consigue con un compuesto soluble e incoloro, el cloruro de 2, 3,5- trifeniltetrazolio que posee un potencial de reducción intermedio entre los transportadores de la cadena. Así, este compuesto captará electrones del flujo respiratorio y se reducirá hasta formar un compuesto insoluble y que presenta coloración rosácea (Azcón y Talón 2000). Por ser insoluble se depositará sobre el tejido que lo ha reducido (las células embrionarias) con lo que el embrión se teñirá de color rosa (figura.2)



Figura. 2 Coloración rosácea semillas tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

3.3.4 Fotoblastismo

El estudio del efecto de la luz sobre la germinación se ha mantenido en el primer plano del interés de los fisiólogos y de los ecofisiólogos durante

mucho tiempo. Actualmente, la cantidad de información disponible en este campo es muy grande. La fotoinducción o fotoinhibición de la germinación es uno de los casos más claros del control de un proceso fisiológico por un factor ambiental. No se sabe cuántas especies de plantas superiores presentan semillas fotoblásticas (germinación regulada por la luz), ya que la fisiología de las semillas de la gran mayoría de las plantas no ha sido investigada; sin embargo, existen evidencias que indican que el porcentaje de especies con semillas fotoblásticas es particularmente alto entre las plantas anuales (Vásquez y Orozco, 1993).

Son tres las principales bandas del espectro lumínico que tienen acción sobre la germinación, y corresponden a la franja de 660 nanómetros (rojo), 730 nanómetros (rojo lejano) y la luz comprendida entre 400 y 500 nanómetros (azul), aunque con efectos mucho menos claros. Tanto el rojo como el rojo lejano son absorbidos por un compuesto denominado fitocromo, que es una cromoproteína que actúa como sensor. Este pigmento en su forma activa es inductor de la germinación e interviene en procesos de permeabilidad, activación de enzimas y expresión genética. La conversión del fitocromo inactivo (Pr) a fitocromo activo (Pfr) por lo general se lleva a cabo bajo el efecto de la luz roja, y la reacción opuesta ocurre bajo el efecto del rojo lejano. Estas dos formas del fitocromo corresponden a cada uno de sus picos de absorción de luz. Esta reacción de conversión en ambos sentidos está relacionada con la inducción y la inhibición de la germinación, y puede ser modificada o controlada por otros factores ambientales como la temperatura o el termo periodo. La intensidad de la luz, el fotoperiodo y la cantidad de rojo en relación con el rojo lejano presente (denominada relación R:RL) modulan la respuesta de las semillas a la luz a través de este pigmento. La cantidad de fitocromo activo presente en una semilla en el momento de su liberación determina si ésta puede germinar en la oscuridad o si requerirá luz para iniciar el proceso (Vásquez y Orozco, 1993).

3.3.5 Acido giberélico

Las giberelinas son fitorreguladores que son sintetizados en muchas partes de la planta, pero más especialmente en áreas de crecimiento activo como los embriones o tejidos meristemáticos. A la fecha, se han identificado cerca de 112 giberelinas diferentes y se denominan sucesivamente GA₁, GA₂, GA₃, etc. (Rojas y Rovalo, 1985).

El GA₃ es el único de uso comercial y se conoce como ácido giberélico. Las giberelinas actúan fundamentalmente sobre el RNA desinhibiendo genes. Esta acción está bien caracterizada con respecto a dos genes que en ausencia de giberelina están reprimidos: α-amilasa y los genes para el alargamiento normal de los entrenudos del tallo. Existe un receptor para la giberelina en la capa de aleurona de la semilla. El GA₃ induce la síntesis de α-amilasa, que es la enzima que toma parte en la desintegración de las reservas de almidón durante la germinación de las semillas. Debido a esta función, es bien conocido su uso como promotor o inductor de la germinación en diversos tipos de plantas (Lewak y Khan 1977).

3.4 Ecofisiología

Se entiende por ecofisiología vegetal el estudio de las adaptaciones fisiológicas de los organismos al hábitat o al medio ambiente. La ecofisiología vegetal tiene como referente las plantas, centrándose en la distribución de las mismas y su capacidad de adaptarse y/o aclimatarse o no a diferentes ambientes, generando así un rango con límites y óptimos, dependiendo, no sólo de la especie, sino de la plasticidad fenotípica de la misma (Etherington, 1982).

Los estudios de ecofisiología vegetal tienen en cuenta las condiciones climáticas (temperatura, radiación precipitación y humedad relativa), condiciones del suelo y la presencia de organismos cercanos a la

planta, cada factor de estas condiciones influye en la respuesta de la planta al ambiente. A través de los estudios ecofisiológicos se puede determinar cuáles son las condiciones más adecuadas para el desarrollo de un cultivo la reducción de condiciones estresantes permite lograr altos rendimientos y mejor calidad del producto agrícola (Fischer *et al* 2009, Pérez y Melgarejo 2012).

Durante el primer año las plantas son especialmente sensibles a las bajas temperaturas por lo cual a temperaturas de - 2 °C hay muerte de ramas pequeñas y hojas maduras. Por otra parte, el cultivo en zonas tropicales no da buenos resultados, ya que se requiere de noches frías y si esta condición no se cumple, se presentara bajo porcentaje de cuajamiento (Osorio, 1992; Prohen *Set al.*, 2004).

El tomate requiere de suelos sueltos, en lo posible franco-arenosos o franco arcillosos, ya que en estas se presenta un mejor crecimiento y desarrollo del sistema radical; con muy buen drenaje para evitar encharcamientos. Los valores de pH deben estar entre 5,5 – 6,5 para un adecuado desarrollo del cultivo y para una mejor absorción de nutrientes. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) debe estar entre 25 y 30 meq/100 gramos de suelo. El contenido de materia orgánica, debe ser en clima frío mayor de 10% y en clima templado mayor del 5% (Sudzuki y Defilippi, 1996; Prohen *Set al.*, 2004).

Es un cultivo muy sensible a la presencia de vientos fuertes y continuos; esto ocasiona caída de la flor, afecta la etapa de formación y maduración del fruto, (Prohen *Set al.*, 2004).

3.4.1 Fenología

Una fase fenológica es un evento en el que aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. La temperatura constituye el elemento más importante del clima por su efecto en la regulación del

ritmo de desarrollo de las plantas, otros factores que influyen en el cambio de fase fenológica (figura 3), son la humedad y el suministro de agua. Cuando la planta se establece bajo condiciones optimas para su desarrollo, se da una alta concentración de fotoasimilados lo cual le permite llevar a cabo procesos de formación de ramas laterales, brotes y hojas nuevas, que luego posibilitan la formación de estructuras reproductivas (Revelo, 2004).

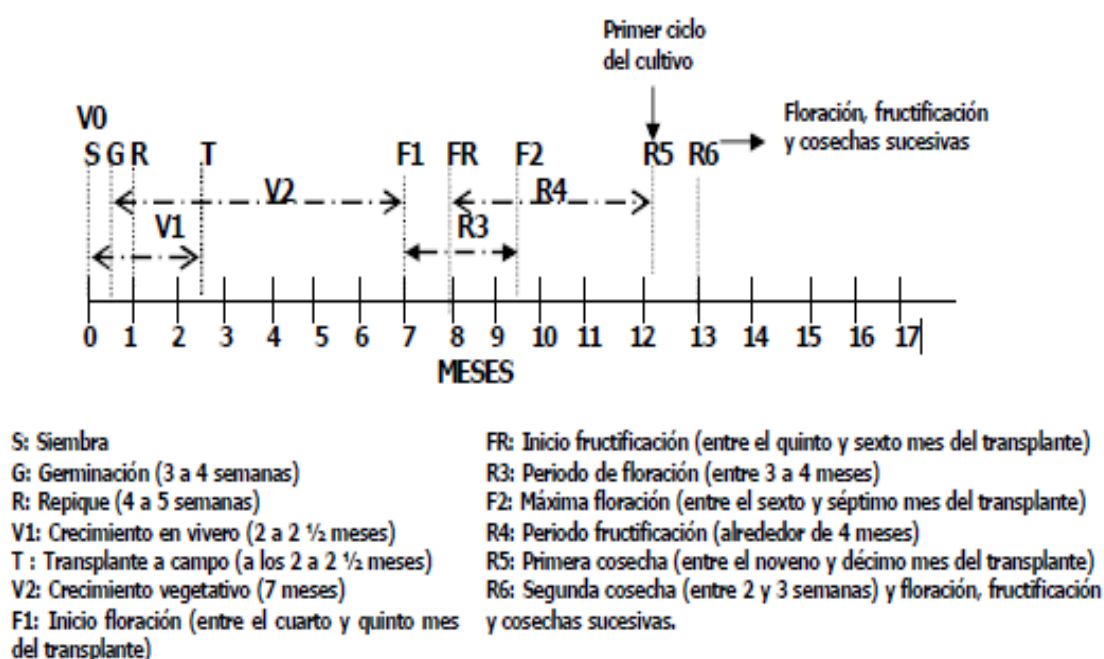


Figura 3 Fenología del cultivo de tomate de árbol (Revelo J. 2004).

3.4.2 Fotosíntesis

Una de las variables ecofisiológicas más importantes es la fotosíntesis ya que permite un entendimiento sobre la eficiencia con la cual la planta capta y carboxila CO_2 para producir los fotoasimilados que están relacionados directamente con el desarrollo de la planta (Pérez y Melgarejo, 2012).

La medida de la tasa fotosintética a lo largo del día permite evaluar la respuesta de la fotosíntesis a la humedad, a la radiación fotosintéticamente activa y a la temperatura en las condiciones cambiantes diarias, determinando las estrategias que desarrolla la planta para conservar agua en horas de mayor PAR a lo cual puede responder con cierre de estomas, lo que se refleja en la disminución de la tasa transpiratoria y su tasa fotosintética, o por el contrario intenta lidiar con el déficit de presión de vapor procedente de la alta temperatura y mantiene los estomas abiertos. Esto tendrá relación directa con el tipo de metabolismo de la planta de acuerdo a sus adaptaciones fotosintéticas C₃, C₄ o CAM y a su vez influirá en la tasa fotosintética máxima hallada (Rabaiollida y Rebello, 2007).

Usualmente los sistemas de análisis de fotosíntesis tienen posibilidades de regular la concentración de CO₂ y la cantidad de radiación fotosintéticamente activa manteniendo constantes otros parámetros para realizar curvas de respuesta fotosintética a la luz y a la concentración de CO₂. Las curvas de saturación de luz permiten, a partir del sometimiento de la hoja a niveles crecientes de PAR y condiciones estables de CO₂ y temperatura, determinar el punto de compensación por luz en el cual el intercambio de gases es cero debido a que la respiración se equilibra con la fotosíntesis (la entrada y salida de CO₂ es la misma). Antes de este punto la salida de CO₂ debida a la respiración es mayor y por tanto se puede determinar la tasa de respiración de la planta. (Larcher, 2003).

Después del punto de compensación por luz se da una proporcionalidad entre la radiación PAR y la tasa fotosintética donde la velocidad de la eficiencia en la toma de CO₂ está limitada por las reacciones de luz. La pendiente de la recta será mayor cuanto más moles de CO₂ sean tomados por determinados moles de fotones

absorbidos lo cual se denomina eficiencia fotosintética. Posteriormente en la curva, a pesar que la radiación PAR sigue aumentando, la toma de CO₂ solo aumenta ligeramente hasta que es constante, punto que se denomina “punto de saturación por luz” donde la tasa está limitada por procesos enzimáticos y disponibilidad de CO₂. El punto de saturación indica la fotosíntesis máxima de la planta que es típica de cada especie. También se realizan curvas de respuesta de la fotosíntesis a CO₂ en las cuales la hoja se irradia con PAR saturante constante y se elevan paulatinamente los niveles de CO₂, así se puede determinar el punto de compensación por CO₂ y el punto de saturación por CO₂ (Larcher, 2003).

Otra variable importante ecofisiológica tiene que ver con el estado hídrico de la planta el cual depende de la temperatura y humedad relativa y puede ser entendido en parte con la determinación de la tasa transpiratoria y la conductancia estomática (Taiz y Zeiger 2006; Pérez y Melgarejo 2012).

Algunas de los equipos usados comúnmente para determinar en campo la tasa de fotosíntesis y el estado de los procesos fotoquímicos de la fotosíntesis, son el IRGA (analizador de gases en infrarrojo) y el fluorómetro.

IRGA (*Infraredgasanalyzer*): Usando un analizador de gases en infrarrojo se pueden determinar las concentraciones de CO₂ en mediciones casi instantáneas, el método se basa en que éste gas absorbe radiación en el rango del infrarrojo. La medición del CO₂ se realiza por un analizador infrarrojo de gases y el agua se mide por dos sensores de humedad. El sistema también mide temperatura de la hoja, temperatura de la

cámara, radiación fotosintéticamente activa y presión atmosférica (ADC Bioscientific, 2004).

Fluorómetro Modular: este equipo se basa en el hecho que la energía de la luz en longitudes de onda de 400 a 700 nm es absorbida por la clorofila y puede seguir tres caminos: i) ser usada para dirigir la fotosíntesis (procesos fotoquímicos), ii) disipada como calor o iii) remitida en pequeñas pero detectables cantidades de radiación de longitud de onda más larga (rojo/rojo lejano) (procesos no fotoquímicos), esta emisión de luz es llamada fluorescencia de la clorofila a. Estos procesos se dan en competencia. Midiendo el rendimiento de la fluorescencia de la clorofila a se proporciona información sobre cambios en la eficiencia de la fotoquímica y la disipación de calor (Maxwell y Johnson, 2000).

Todo lo anterior permite contribuir a entender el potencial de crecimiento, desarrollo y producción de un cultivo en un ambiente determinado (Pérez y Melgarejo, 2012).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

4.1.1 Material vegetal

Para el análisis de germinación de *Solanum betaceum* (tomate de árbol) material naranja común, se tomaron 350 semillas (Fig 4) obtenidas de plantas madres libres de patógenos en la finca Buenos Aires (Pasca, Cundinamarca).



Figura 4 Planta madre, frutos y semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

Para el trabajo en campo se utilizaron 100 plántulas de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común, con una edad de 90 días

después de emergencia, adquiridas en un vivero registrado ante el ICA (técnico agrícola Juan Carlos Pinzón).

4.1.2 Equipos

Para estudios germinativos: Autoclave, Balanza analítica, Incubadora, Nevera.

Para estudios ecofisiológicos: Estación climática (Coltein EM29212), IRGA (LCipro-ADS), fluorómetro modulado (Hansatech FMS2, Norfolk, uk),

4.1.3 Insumos y reactivos

Tabla 4. Presenta la relación de los insumos, materiales y reactivos utilizados para el desarrollo de la investigación:

INSUMOS Y MATERIALES	REACTIVOS
Papel de azúcar, papel filtro, papel vinipel, marcador, cinta de enmascarar, bombillo, cajas petri, pipeta de 10 ml, probeta de 100 ml, beaker de 100 ml, lija de agua, caja de cartón.	Acidogiberelico, cloruro de difeniltetrazolio, agua destilada, putrescina.
Calibrador pie de rey, metro, Bomba de fumigar, azadón, machete, abono 15-15-15, Solaid, Cal agrícola.	

4.2 Metodología para la evaluación de la germinación.

4.2.1 Localización pruebas de germinación

La prueba de viabilidad y germinación de las semillas de tomate de árbol (*S. betaceum*) material naranja común se llevo a cabo en el laboratorio de fitopatología en la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá bajo condiciones controladas, con temperatura promedio

de 20° C, y humedad relativa de 68%.

4.2.2 Prueba de viabilidad

Se tomaron 25 semillas de tomate de árbol para la reacción química de enzimas que participan en la respiración de la semilla con un indicador llamado 2, 3,5 cloruro de trifeniltetrazolio (que en principio es incoloro), y que al momento de la reacción dentro de los tejidos del embrión, toma una coloración rojiza. Esta coloración indica las partes del embrión que están respirando. La evaluación consiste en observar el patrón de la tinción (tejidos vivos) y determinar si la semilla tiene la capacidad de germinar (Moreira *et al*,1992; Suárez y Melgarejo,2010). A partir de esta prueba se obtuvo el porcentaje de semillas viables, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{semillas germinadas}}{\text{semillas totales}} * 100$$

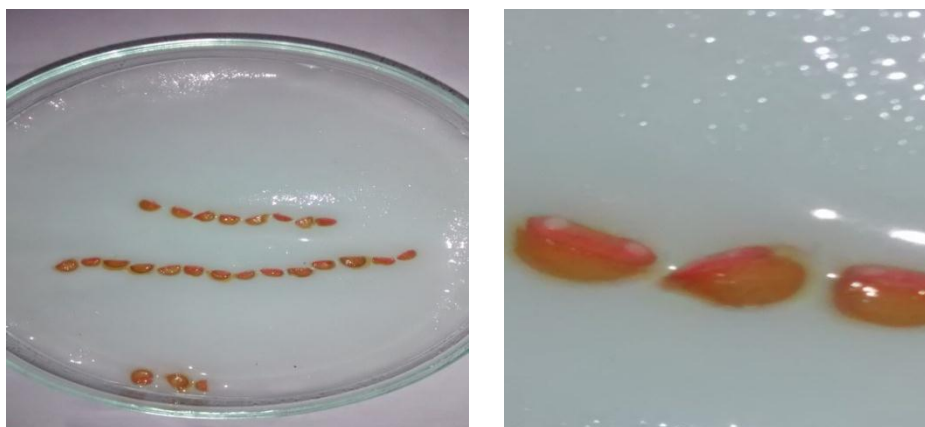


Figura 5 Prueba de viabilidad, coloración rojiza del tetrazolio de *Solanum betaceum* material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

4.2.3 Adecuación del invernadero

Se realizó la adecuación en el invernadero con una lámpara de luz blanca con dos balastos cada uno de 39 watt a una altura de 150 cm del planchón donde se ubicaron las cajas petri de acuerdo a los tratamientos y se adecuó

la zona para los respectivos tratamientos: Luz 24 horas, 24 horas oscuridad, 12 horas luz y 12 horas oscuridad con agua y con AG3 (figura 6).

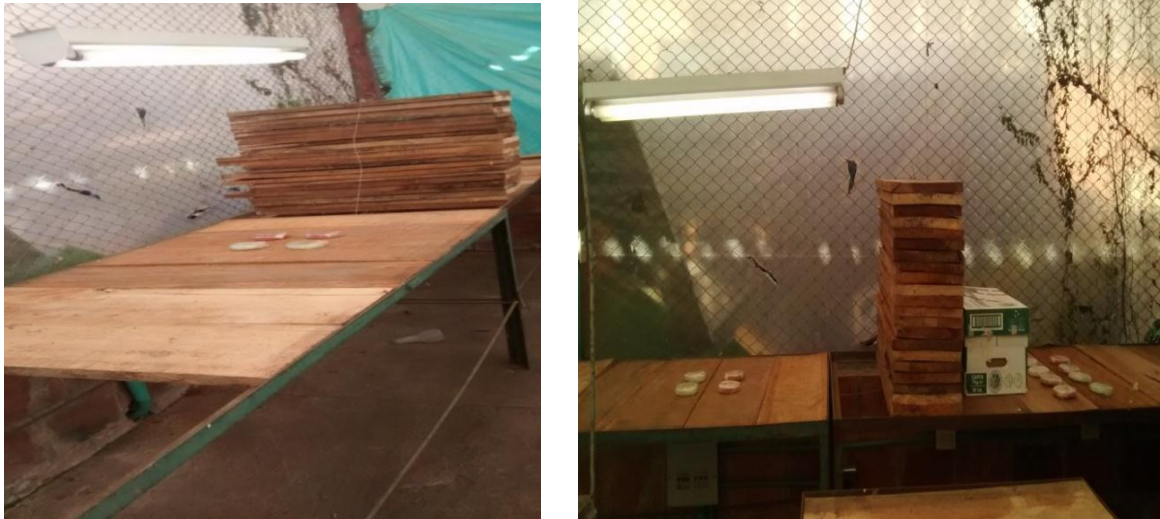


Figura 6 Invernadero Universidad De Cundinamarca sede Fusagasugá (Cotrino y Niño, 2015).

4.2.4 Siembra de semillas tomate de árbol (*S. betaceum*) en Invernadero.

Las semillas fueron recogidas de una plantación de tomate de árbol *S. betaceum* material naranja común en la vereda el Zaque del municipio de Pasca Cundinamarca.

Se extrajeron las semillas de la pulpa y se pusieron a secar durante dos semanas. Fueron llevadas al laboratorio y sembradas en 16 cajas petri con 20 semillas y 10 ml de agua cada caja. En las cajas petri con ácido giberélico se utilizó igual medida 10 ml. Estas cajas se llevaron al invernadero de acuerdo a los tratamientos a evaluar (Tabla 2).

Tabla 5. Tratamientos para prueba de germinación, semilla tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
T1	Agua 24 h/ luz
T2	Agua + 24 h/oscuridad
T3	Agua 12 h/ luz 12 h oscuridad
T4	Agua 12 h/ luz 12 h oscuridad y desgaste testa
T5	AG3 24 h/ luz
T6	AG3 24 h/ oscuridad
T7	AG3 12 h/ luz 12 h oscuridad
T8	AG3 12 h/ luz 12 h/oscuridad y desgaste testa

Es importante aclarar que la temperatura para todos los tratamientos siempre fue la misma (temperatura ambiente 20°C) y las semillas fueron tomadas de la misma planta. Se observa en la (figura 7). El esquema de los tratamientos de germinación realizados.

La concentración de ácido giberélico AG3 fue de 400 ppm.



Figura 7 Mapa de distribución de los tratamientos (Cotrino y Niño, 2015)



Figura 8 Tratamientos semillas *Solanum betaceum* (Cotrino y Niño, 2015).

4.2.5 Pruebas de germinación

A las cajas petri con sus respectivos tratamientos (figura 8). Se les realizó un seguimiento diario hasta el momento que iniciara su germinación. A partir del sexto día que inicio la germinación se evaluó cada 48 horas los tratamientos hasta que la germinación se mantuvo constante. En la tabla 2 se muestra se muestra los tratamientos evaluados.

4.3 Evaluación Ecofisiológica

4.3.1 Localización en campo

Para la toma de datos en campo las plántulas se trasplantaron en el municipio de Pasca vereda Santa Teresita a una altitud de 2452 m.s.n.m, temperatura promedio de 15° C, coordenadas geográficas (4° 16' 05.72"N)- (74° 19' 26.84"O) Precipitación anual: 1880 mm, humedad relativa 85%, viento NO a 14 km/h. Los datos climáticos durante el periodo de estudio (enero a junio de 2015) y los análisis de suelo del terreno se presentan en el anexo 1.

4.3.2 Toma de datos fenológicos

La evaluación fenológica se realizó durante 20 semanas. De las 100 plantas sembradas se realizó el muestreo: altura del tallo, diámetro del tallo, número entrenudos y número de hojas cada 8 días durante 5 meses a 20 plantas con la siguiente numeración: 5,12,23,26,30,34,35,39,44,51,60,62,65,71,74,75,78,82,83,84).

4.3.3 Toma de datos ecofisiológicos

Al quinto mes con el IRGA modelo LCipro-ADS se evaluó la tasa fotosintética en etapa vegetativa en el estrato alto de la planta (entrenudo 4 y 5) y con el fluorómetro modulado (Hansatech FMS2, Norfolk,uk), se evaluó la actividad del fotosistema II en etapa vegetativa en el estrato alto de la planta (entrenudo 4 y 5).

Comportamiento fotosintético: Con el fin de hallar los puntos de saturación y compensación por luz, se realizó una curva de luz utilizando el IRGA, de acuerdo con la metodología propuesta por el modelo hiperbólico de Michaelis-Menten. Baker (2008) y Solarte *et al*, (2010). Se basa en la ecuación:

$$A = \frac{Asat PFD}{K + PFD} - Rd$$

Donde:

A= Fotosíntesis neta

Asat = a = Tasa fotosintética a saturación por luz (Amax)

K = b = Constante de saturación por luz (definida como ½ de la PFD saturante)

Rd = c = Tasa de respiración

Pcl (punto de compensación lumínico) = $\frac{bxc}{a-c}$

Para establecer el modelo de la curva de luz se utilizó el paquete estadístico Statistix 9,0:

1. Los datos originales son introducidos en una hoja de Excel donde la primera columna es densidad de flujo fotónico fotosintético (PFD) y la segunda es la tasa de fotosíntesis (A)
2. En el paquete Statistix 9,0 en la página principal pegar la tabla de datos, con esta matriz seleccionar las pestañas *Statistix-non linear models* y luego *non linear regression*.
3. En esta ventana introducir con el icono de flecha las *Dependent Variable* seleccionando tasa de fotosíntesis; seleccionar en la ventana de *Model specification Use specified model* y en el recuadro *nonlinear regression model* digitar la ecuación del modelo hiperbólico: $c+a \times PFD/(b+PFD)$
4. En la ventana *Maximum Iterations* escribir el número 100 en el caso que aparezca un número diferente. Luego en *Parameters*, escribir en 1 la letra a, en 2 la letra b y en 3 la letra c. Escribir en *Starting value*, el número cero para todos los parámetros.
5. Dar OK.
6. En esta ventana verificar que las columnas de *lower* sea de 95% C.i. y *Upper* 95% C.i, para los parámetros a y b que no tengan valores negativos, el parámetro c corresponde a la respiración por esto tiene valor negativo; seguidamente revisar que el valor de *Pseudo R.square* sea alto >0,85. Con estas consideraciones se obtiene la ecuación respectiva con los valores de la columna *Parameter*. El parámetro a corresponde a la fotosíntesis a saturación por luz o fotosíntesis máxima, el parámetro b es la Constante de saturación por luz (definida como ½ de la PFD saturante), y el parámetro c corresponde a la tasa de respiración.
7. Finalmente puede observar la gráfica ajustada para esto, vaya a *Results-Plots-fitted curve*; en la ventana que emerge no se debe hacer ningún cambio. Oprimir OK.

Se establecieron las condiciones de CO₂ ambientales. Se comenzó con un nivel de PAR alto (1800 μmol fotones/ m^2s), y a partir de este punto se comenzó a descender en rangos de 300 μmol fotones/ m^2s , hasta un valor de 200 μmol fotones/ m^2s punto en el cual la disminución fue de 100 y 50 μmol fotones/ m^2s .



Figura 9 Medida del comportamiento fotosintético (IRGA) y fluorescencia de la clorofila (Fluorómetro) en tomate de árbol (*S. betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

Fluorescencia de la clorofila: Las mediciones fueron realizadas en plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en estado vegetativo, sembradas en Pasca (Cundinamarca) desde las 8:00 am hasta las 6:00 pm en rangos de dos horas de acuerdo a la metodología propuesta por Melgarejo *et ál.* (2010), con un fluorómetro modulado. Con los datos obtenidos se determinó el promedio en cada rango horario durante el día, de las variables rendimiento cuántico fotoquímico del fotosistema II (ϕPSII) y la tasa de transporte de electrones (ETR) y el comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa (PAR medida en μmoles de fotones/ m^2s).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Evaluación de la Germinación

5.1.1 Viabilidad

De las 25 semillas de tomate de árbol evaluadas, 22 semillas presentaron coloración del embrión, presentándose un porcentaje de viabilidad del 88%. Resultados similares se obtuvieron en otros frutales tropicales como la gulupa (*Passiflora pinnatistipula*), en la cual la mayor viabilidad se obtuvo en semillas obtenidas a partir de frutos maduros (Velásquez *et al*, 2012). De acuerdo con este alto porcentaje de viabilidad se infiere que las semillas de tomate de árbol obtenidas de frutos maduros de plantas madres en óptimas condiciones agronómicas tienen un alto potencial germinativo.



Figura 10 Prueba solución cloruro de trifenil tetrazolio, en semillas de *Solanum betaceum* (Cotrino y Niño, 2015).

5.1.2 Tratamientos Germinativos

En el presente estudio se buscó determinar el mayor porcentaje de germinación en semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común y comparar resultados entre tratamientos, como se observa en la tabla 3 y figura 10.

Tabla 6. Porcentaje de germinación semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común (Cotrino y Niño, 2015).

TRATAMIENTOS	6	8	10	12	14
	dds	dds	dds	dds	dds
TTO 1. Agua 24 h/luz	77,5%	80%	82,5%	92,5%	92,5%
TTO 2. Agua 24 h/oscuridad	2,5%	2,5%	5%	27,5%	27,5%
TTO 3. Agua 12h/luz y 12 h/oscuridad	42,5%	52,5%	65%	67,5%	67,5%
TTO 4. Agua 12 h/luz, 12 h/oscuridad y desgaste de testa	20%	25%	35%	47,5%	47,5%
TTO 5. AG3 24 h/luz	50%	60%	72,5%	90%	92,5%
TTO 6. AG3 24 h/oscuridad	30%	37,5%	45%	60%	60%
TTO 7. AG3 12 h/luz y 12 h/oscuridad	82,5%	87,5%	92,5%	95%	95%
TTO 8. AG3 12h/luz, 12 h/oscuridad y desgaste de testa físico	7,5%	20%	32,5%	77,5%	77,5%

Los tratamientos de mayor porcentaje de germinación a los 14 días después del montaje fueron: TTO 7 (AG₃12 h/luz y 12h/osc) figura 12, seguido de los tratamientos TTO 1 (Agua 24 h/luz) figura 11, y TTO 5(AG₃ 24 h/luz) figura 13, con valores de 95 %, 92.5% y 92.5% respectivamente. los demás tratamientos presentaron el siguiente porcentaje de germinación: TTO 8

(AG3 12h/luz, 12 h/oscuridad y desgaste de testa físico) figura 14 con un 77.5 %, TTO 3 (Agua 12h/luz y 12 h/oscuridad) figura 15 con un 67.5%, TTO 6 (AG3 24 h/oscuridad) figura 16 con un 60%, TTO 4 (Agua 12 h/luz, 12 h/oscuridad y desgaste de testa) figura 17 con un 47.5%, TTO 2 (Agua 24 h/oscuridad) figura 18 con un 27.5%.

Esta suficientemente documentado que el ácido giberélico promueve la germinación de las semillas (Moore, 1979; Weaver, 1984; Wareing y Phillips, 1986). El mecanismo de acción de las giberelinas en la germinación, se da por su papel promotor de la síntesis de ARN Y proteínas en los cotiledones y el eje embrionario, lo cual resulta en una elongación de éste último (Jones y MacMillan, 1984) Por otra parte, el suministro exógeno de giberelinas a través de reguladores de crecimiento como el AG₃ ha mostrado ser útil en inducir la germinación de semillas dormantes y no dormantes (Khan, 1977).



Figura 12 (TTO1 agua y 24 horas luz)



Figura 11 (TTO7) (AG3 12h/luz y 12/osc.)



Figura 14 (TTO 5) AG3 24 horas luz)



Figura 13 (TTO 8) (AG3 12 h/12 h/osc. Y desgaste de testa)



Figura 15 (TTO3)(agua y 12horas luz Y 12 horas oscuridad)



Figura 16 (TTO 6) (AG3 24 horas oscuridad)



Figura 17 (TTO 4)(agua 12 h/luz, 12 h/osc. y desgaste de testa)



Figura 18 (TTO 2) (agua y 24 horas oscuridad)

En la figura 19 se observa a medida que trascurrió el tiempo de acuerdo a los tratamientos las semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común fueron presentando el porcentaje de germinación durante 14 días.

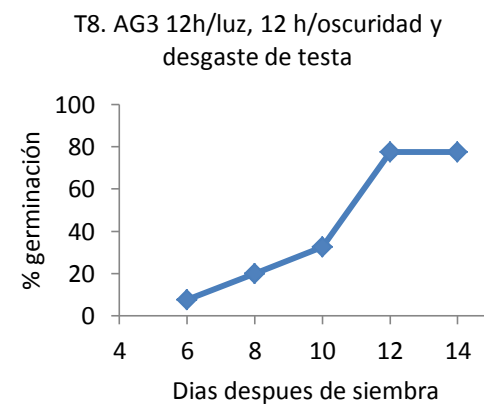
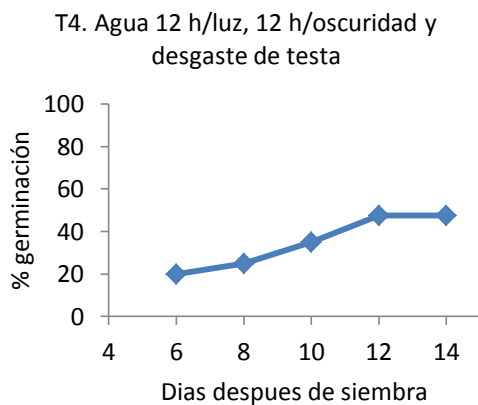
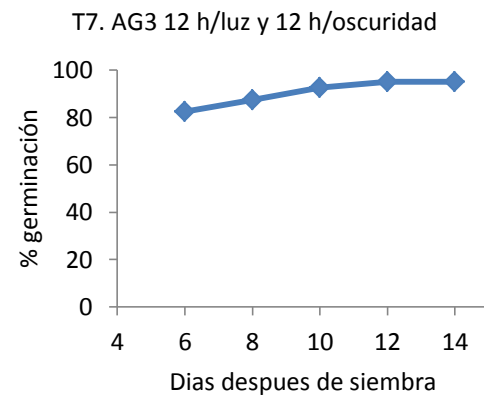
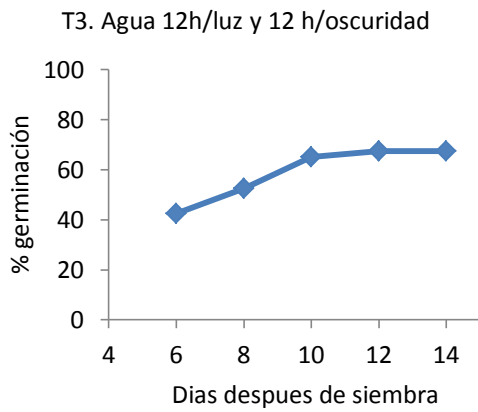
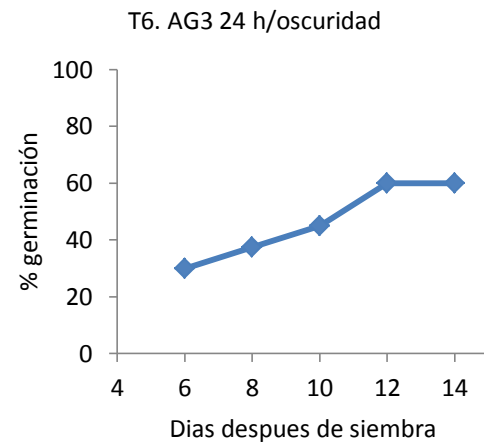
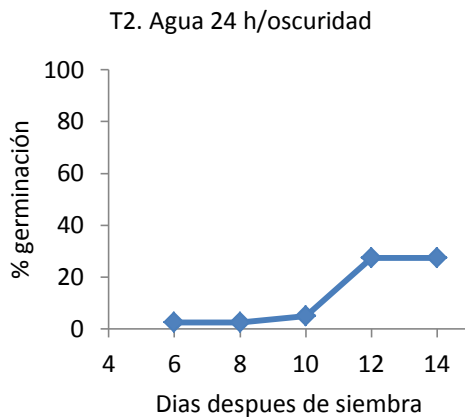
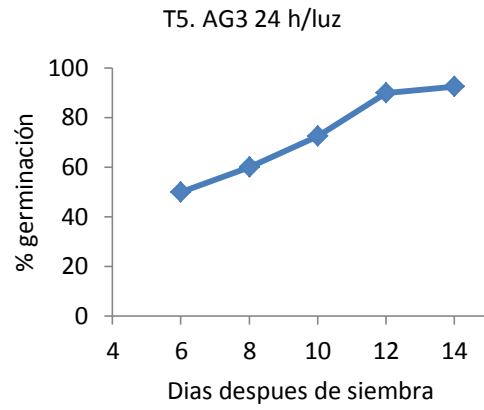
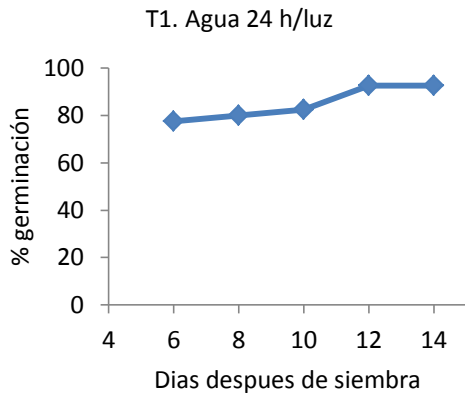


Figura 19 Grafica porcentaje de germinación por TTO durante 14 días

Se estableció que las semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) material naranja común, tienden al fotoblastismo, hecho que se evidenció con los resultados obtenidos, en los cuales con el tratamiento de agua en 24 horas oscuridad se obtuvo el porcentaje más bajo de germinación del 27.5 %. Debido a que en ausencia de luz las semillas de tomate de árbol no se favorece la activación el fitocromo (proteína) que es fundamental en procesos para la germinación de la semilla. El tratamiento de ácido giberélico 24 horas oscuridad presento un 60 % de germinación, debido a que un gran número de especies la necesidad por luz puede ser remplazada con ácido giberélico, las semillas que responden a un estímulo luminoso se denominan fotoblásticas y hay varias reacciones a la luz. En este caso, las semillas germinan con estímulos luminosos y cierta porción lo hace en la oscuridad (Patiño *et al.*, 1983).

De acuerdo con Smith (1973), fue Evenari en el año 1956 quien acuñó al término de fotoblastismo. Denomino fotoblastismo positivo a la condición de las semillas cuya germinación es estimulada por la luz blanca, fotoblastismo negativo a la condición de las semillas cuya germinación es inhibida en presencia de luz y no fotoblásticas aquellas semillas cuya germinación es indiferente a la luz.

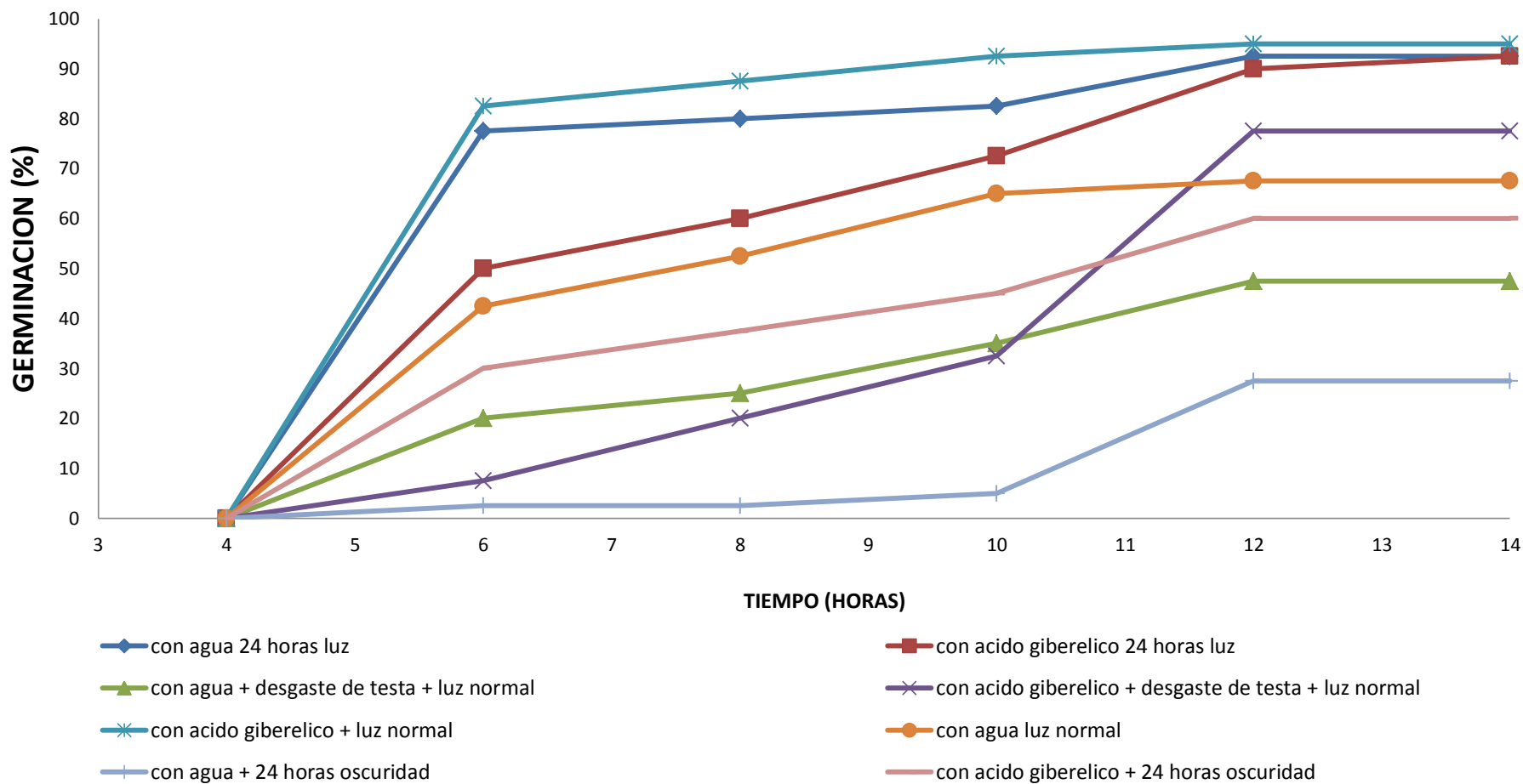


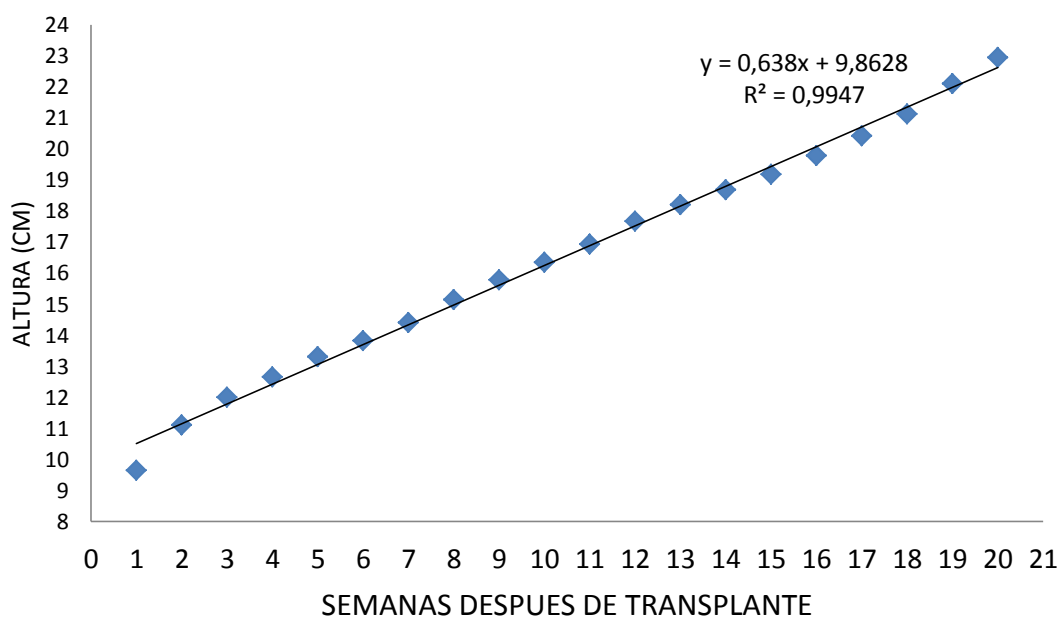
Figura 20. Velocidad de germinación de semillas *Solanum betaceum* material naranja común.

5.2 Evaluación ecofisiológica

5.2.1 Seguimiento del Estado Fenológico

Durante 20 semanas después de trasplante en campo se realizó un seguimiento semanal de crecimiento de tallo, diámetro de tallo, número de hojas y número de entrenudos para evaluar el comportamiento fenológico del cultivo (Figuras 21 y 22). En la figura 21 A se observa que durante las 20 semanas se obtuvo un crecimiento exponencial de las plantas de *Solanum betaceum*, alcanzando un promedio máximo de 23 cm y en la figura 21 B el diámetro del tallo presentó un desarrollo alcanzando un diámetro máximo de 0.64 mm para la semana 20.

A



B

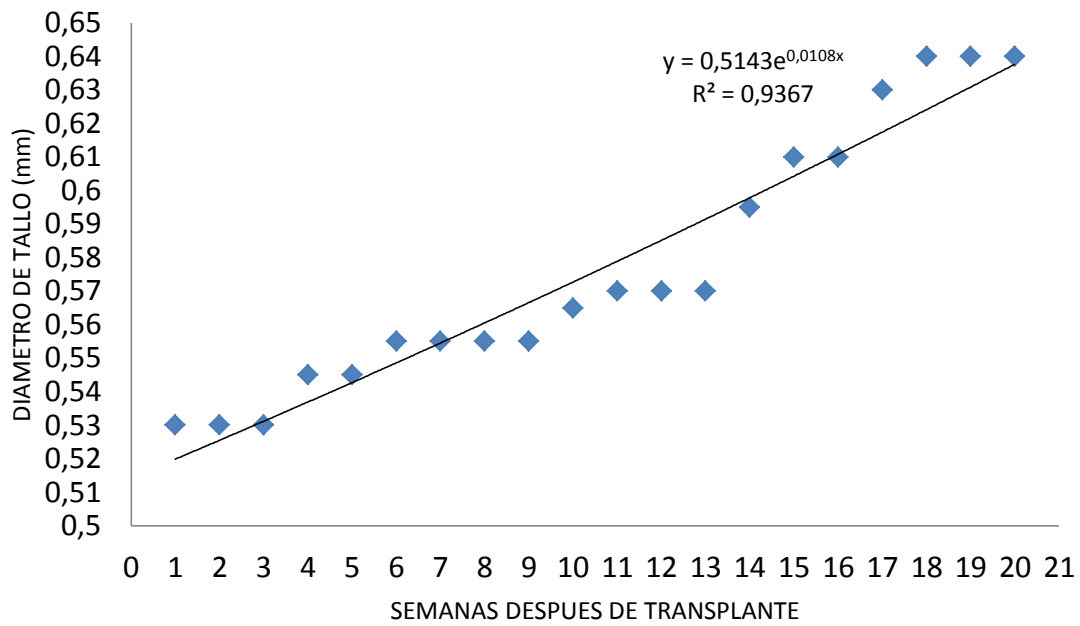
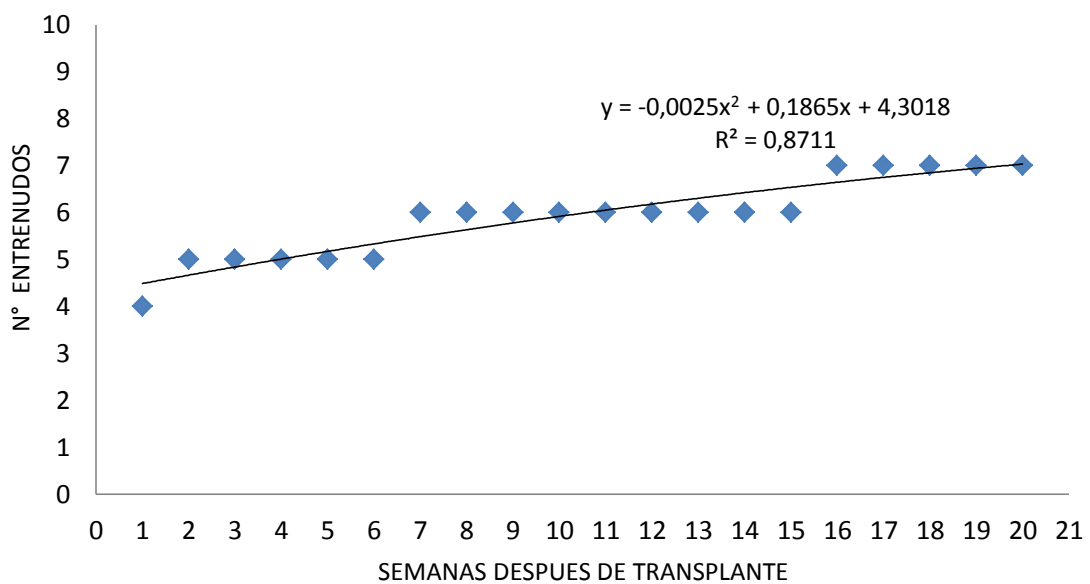


Figura 22. A) Promedio altura del tallo en centímetros después de trasplante en campo Y B) promedio diámetro del tallo *Solanum betaceum* material naranja común durante 20 semanas (Cotrino y Niño, 2015).

A



B

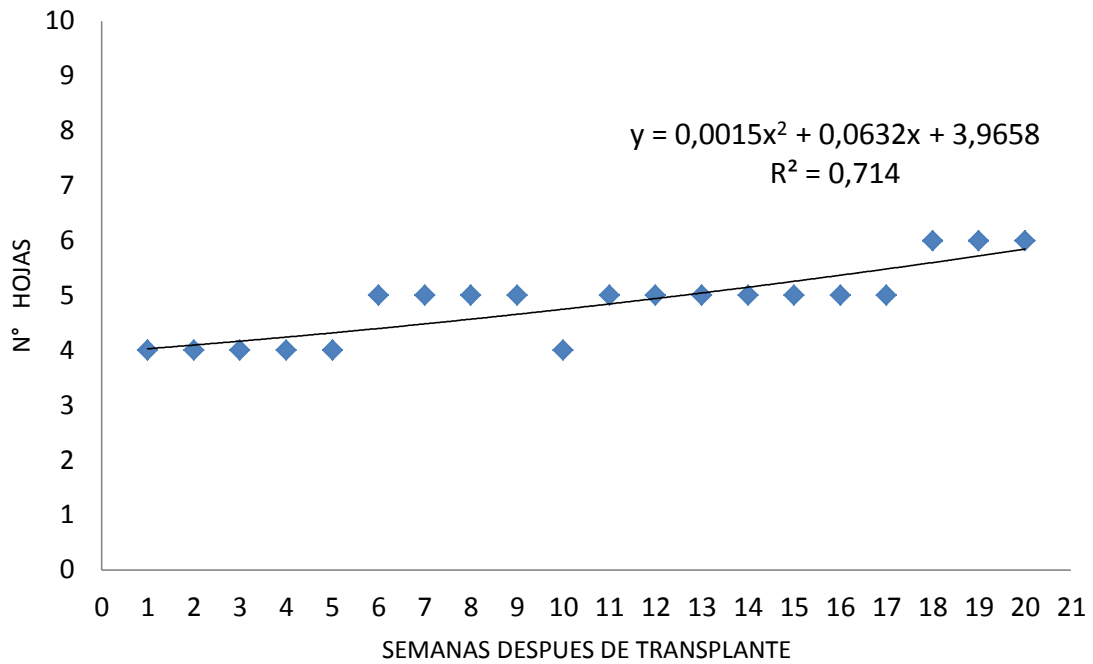


Figura 22. A) Promedio número de entrenudos y B) Promedio número de hojas después de trasplante en campo *Solanum betaceum* material naranja común durante 20 semanas (Cotrino y Niño, 2015).

En la figura N° 22 A) se observó que en las semanas 1 a 2, 6 a 7, 16 a 17 las plántulas de tomate de árbol obtuvieron un aumento de 1 entrenudo debido al crecimiento y aparición de nuevas hojas. Las semanas 2 a 6, 7 a 15 y 16 hasta la 20 los entrenudos se mantuvieron constantes, no aparecieron nuevas hojas y en este tiempo se presentó un alargamiento entre los entrenudos. En la figura 22 B se observa el número de hojas que se obtuvo en promedio por planta. Para la semana 10 se presentó una disminución del número de hojas de 5 a 4 hojas en promedio, debido a que se presentaron cambios drásticos de temperatura en el día y helada en la noche causando quemaduras en las hojas y posteriormente caída de algunas. Para la semana número 20 se alcanzó un máximo de 6 hojas por planta.

5.2.2 Curva De Luz

La curva de luz se realizó con el fin de hallar el punto de saturación de luz (PAR saturante) y el punto de compensación, en estado vegetativo juvenil, ajustado a un modelo hiperbólico de Michaelis - Menten (Givnish *et al*, 2004), de acuerdo a la figura 22.

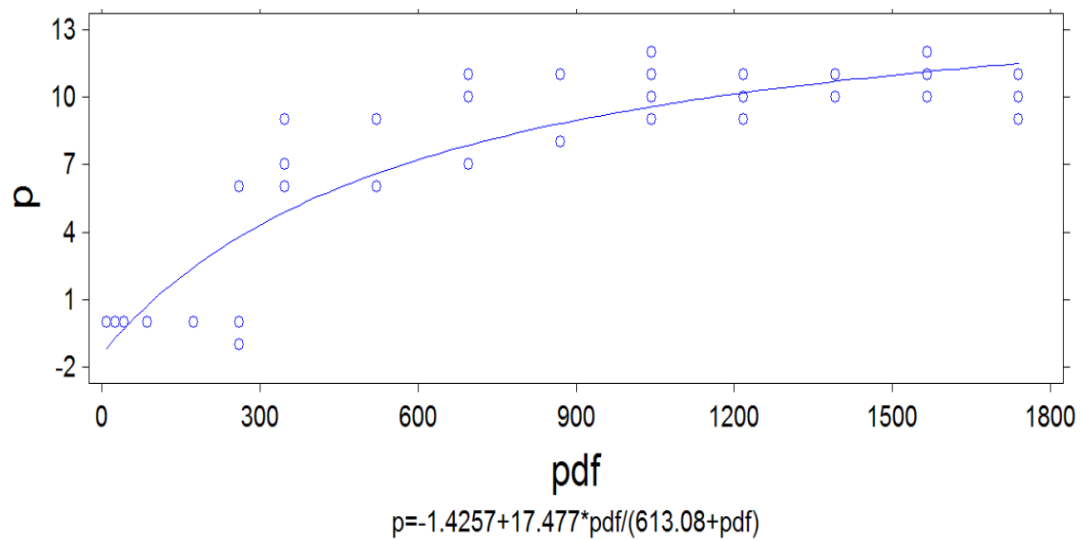


Figura 23 Curva de luz de *Solanum betaceum*, Pasca Cundinamarca Colombia (Cotrino y Niño, 2015).

Este modelo se basa en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Asat * PFD}{K + PFD} - Rd$$

Donde:

P = Fotosíntesis neta

Asat = a = Tasa fotosintética a saturación por luz (Amax)

K = b = Constante de saturación por luz (definida como ½ de la PFD saturante)

Rd = c = Tasa de respiración

Adicionalmente se calculó el punto de compensación lumínico de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P_{cl} = \frac{k * Rd}{A_{max} - Rd}$$

Los siguientes fueron los valores obtenidos mediante la aplicación del modelo:

Parámetros	Valor
A _{max}	17,477 μmoles de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹
K	613,08 μmoles de fotones m ⁻² s ⁻¹
R _d	-1,425 μmoles de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹
P _{cl}	54,42 μmoles de fotones m ⁻² s ⁻¹
Eficiencia de la fotosíntesis (φ)	-0,000608 mol CO ₂ /mol de fotones.

De este modelo se concluyó que para las plantas en estado juvenil de tomate de árbol (*S. betaceum*), bajo condiciones de la vereda Santa Teresita, del municipio de Pasca (Cundinamarca) presentaron una fotosíntesis máxima de 17,477 μmoles de CO₂·m⁻²·s⁻¹, el punto de compensación lumínico fue de 54,42 μmoles de fotones m⁻²·s⁻¹, la constante de saturación (*K*) fue de 613,08 μmoles de fotones m⁻²·s⁻¹ y la respiración fue de -0,000608 μmoles de CO₂ m⁻²s⁻¹.

5.2.3 Comportamiento fotosintético y transpiratorio

Con el valor de PAR saturante obtenido en la curva de luz anteriormente descrita, se realizó la evaluación del comportamiento diurno del intercambio gaseoso (tasa fotosintética, tasa transpiratoria y conductancia estomática).

En la figura 24 se observó que a las 13:00 horas la fotosíntesis presentó el pico más alto de 8.69 A (μmol CO₂* m²*s⁻¹) debido a que existía una radiación solar mayor. A las 15:00 horas presento el pico menor de 4.46 A (μmol CO₂* m²*s⁻¹) en ese momento se nubló y disminuyo la radiación solar. Esta disminución en la tasa fotosintética

también puede atribuirse al efecto de la saturación presentada en las horas anteriores.

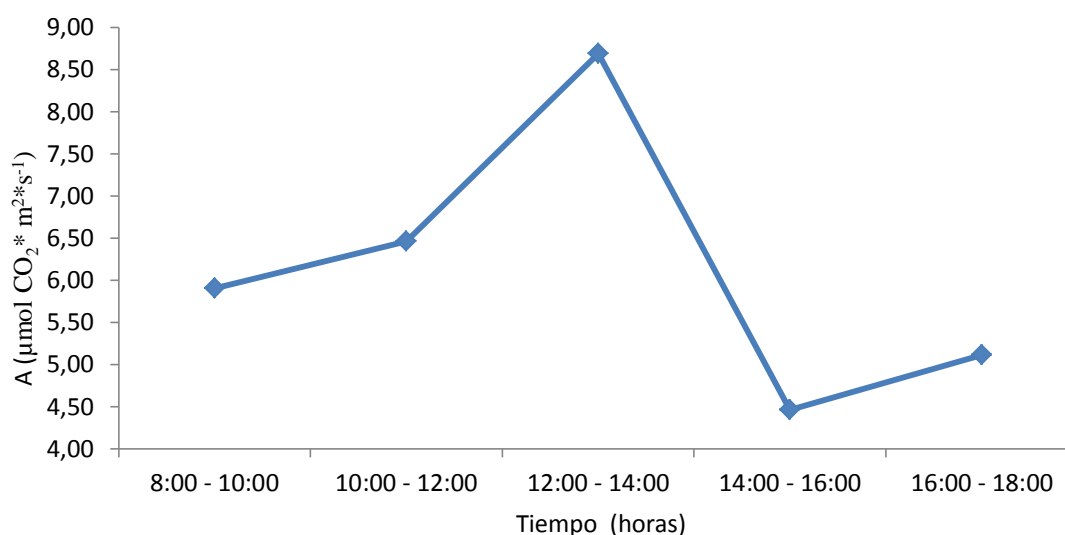


Figura 24 Fotosíntesis de *Solanum betaceum* material naranja común municipio de pasca (Cundinamarca) vereda santa teresita (Cotrino y Niño, 2015).

En la figura 25, se presentó una transpiración exponencial de las 8:00 hasta las 13:00 horas presentando un pico máximo de $3,14 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} / \text{Sg}$ en estas horas, que coincidió con una radiación solar en aumento y temperaturas altas que incidió en la pérdida de agua por transpiración a través de los estomas es la consecuencia inevitable de la apertura estomática para permitir la entrada de CO_2 , se observó una estrecha relación entre fotosíntesis y transpiración ambas dependiendo de la conductancia estomática Figura 26.

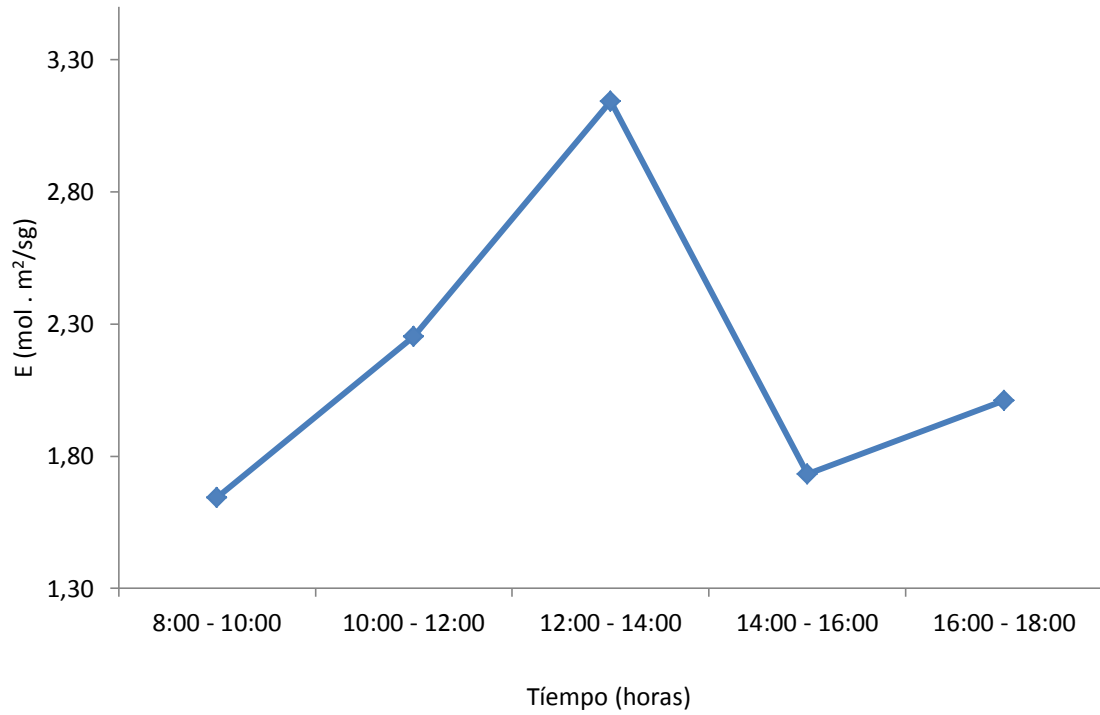


Figura 25 Transpiración *Solanum betaceum* material naranja común municipio de pasca (Cundinamarca) vereda santa teresita (Cotrino y Niño, 2015).

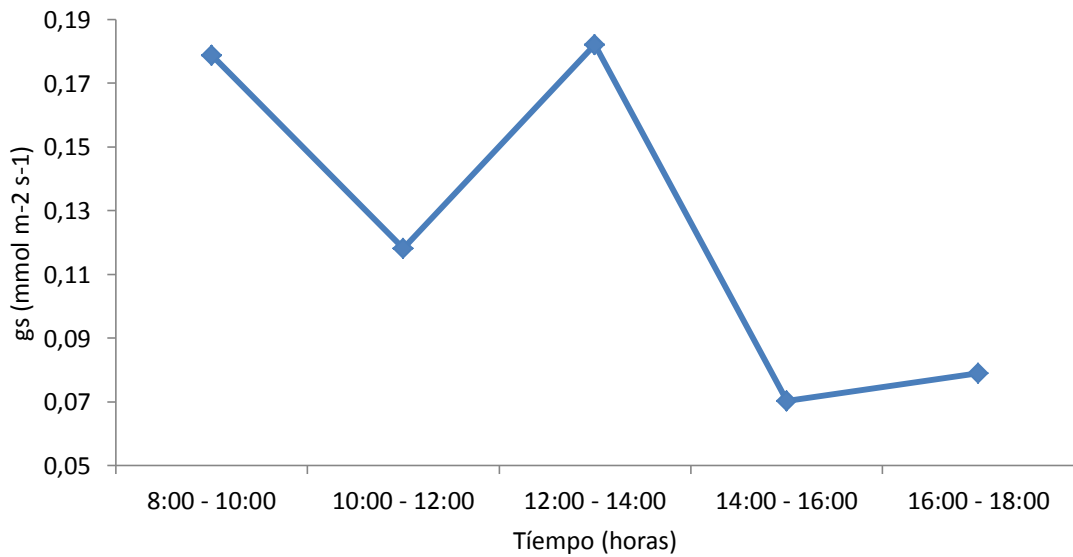


Figura 26 Conductancia estomática de *Solanum betaceum* material naranja común municipio de pasca (Cundinamarca) vereda santa teresita (Cotrino y Niño, 2015).

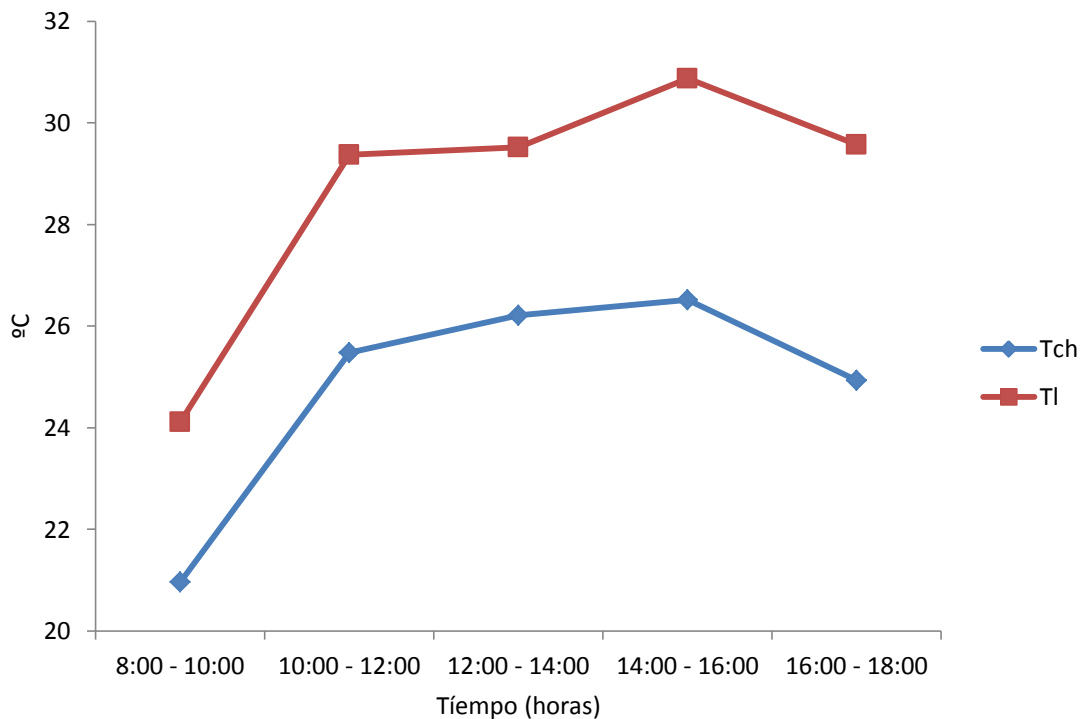


Figura 27 Temperatura ambiente y temperatura interna de la hoja *Solanum betaceum* material naranja común municipio de pasca (Cundinamarca) vereda santa teresita (Cotrino y Niño, 2015).

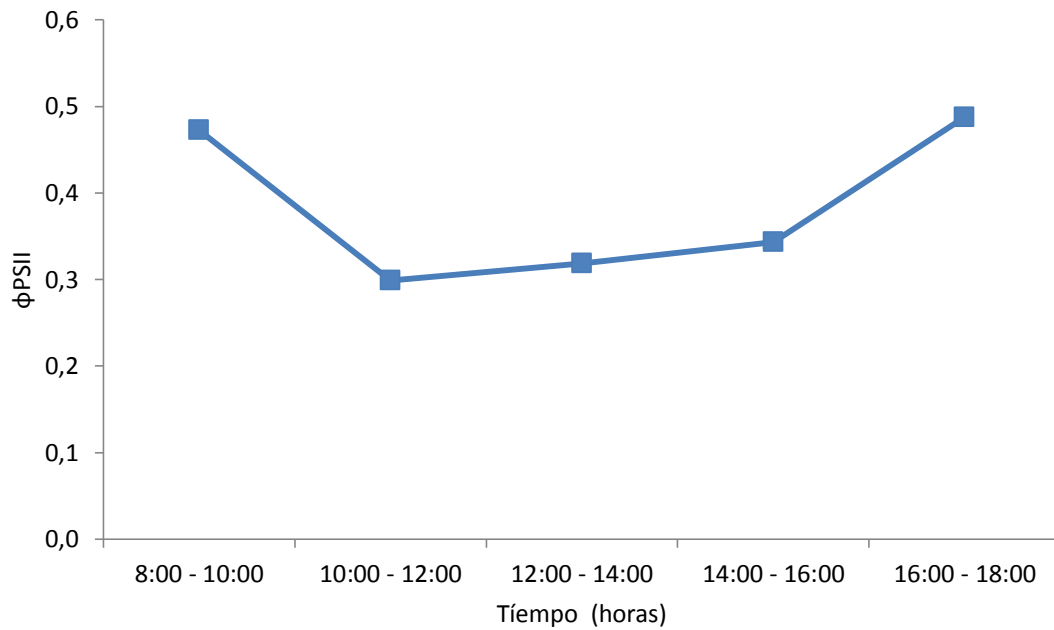
Basado en que la temperatura se incrementa, la planta utiliza la transpiración elevada como estrategia para termorregularse, sin embargo a lo largo del día la temperatura y la radiación continúa incrementándose por lo cual la planta cierra sus estomas para evitar la pérdida excesiva de agua. Una vez se da el cierre estomático se limita el ingreso de CO_2 , por lo cual la tasa fotosintética se disminuye (Figura 27).

5.2.4. Fluorescencia de la clorofila

Con los datos obtenidos se determinó el promedio en cada rango horario durante el día, de las variables rendimiento cuántico fotoquímico del fotosistema II ($\phi PSII$) y la tasa de transporte de electrones (ETR) y el comportamiento de la radiación fotosintéticamente

activa (PAR medida en μmoles de fotones/ m^2s). Se realizaron gráficas con el promedio en cada rango horario. Se obtuvieron las tendencias diarias de ϕPSII y ETR (Figura 28).

A



B

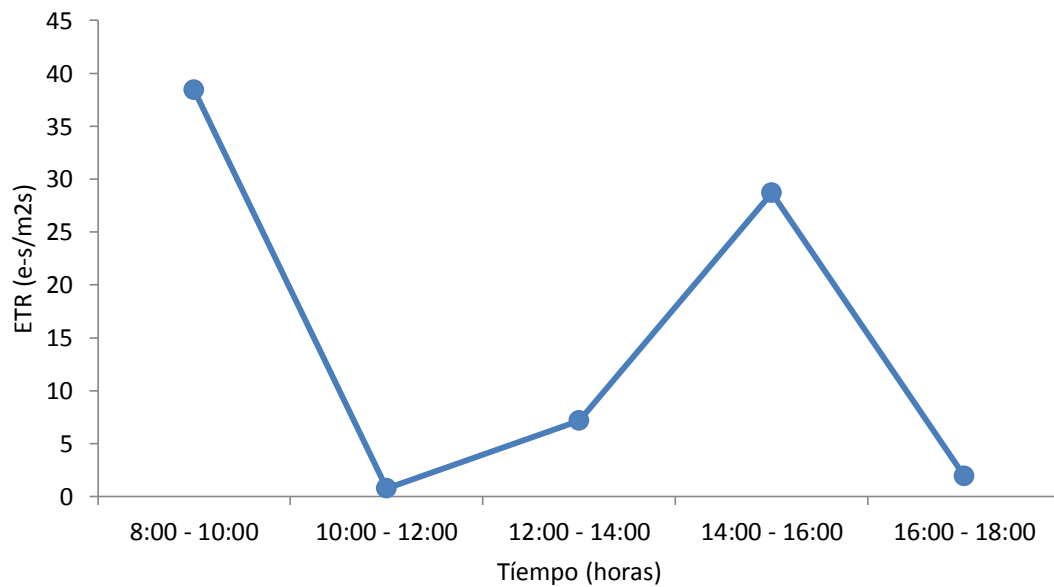


Figura 28. A).Rendimiento cuántico fotoquímico del fotosistema II (ϕPSII) y B) Tasa de transporte de electrones (ETR) en plantas de tomate

de arbol municipio de pasca (Cundinamarca) vereda santa teresita (Cotrino y Niño, 2015).

Se observa que ϕ PSII es menor en los picos de las 11:00 a 15:00 horas y mayor en las horas 9:00 y 17:00. Por su parte, la ETR es mayor a las 9:00 y 15:00. Para analizar los datos de fluorescencia de la clorofila es importante tener en cuenta la radiación fotosintéticamente activa, PAR; por esto, es útil comparar las tendencias obtenidas en los diferentes parámetros con la tendencia de la PAR durante las horas en que se muestrearon las plantas (Figura 28)

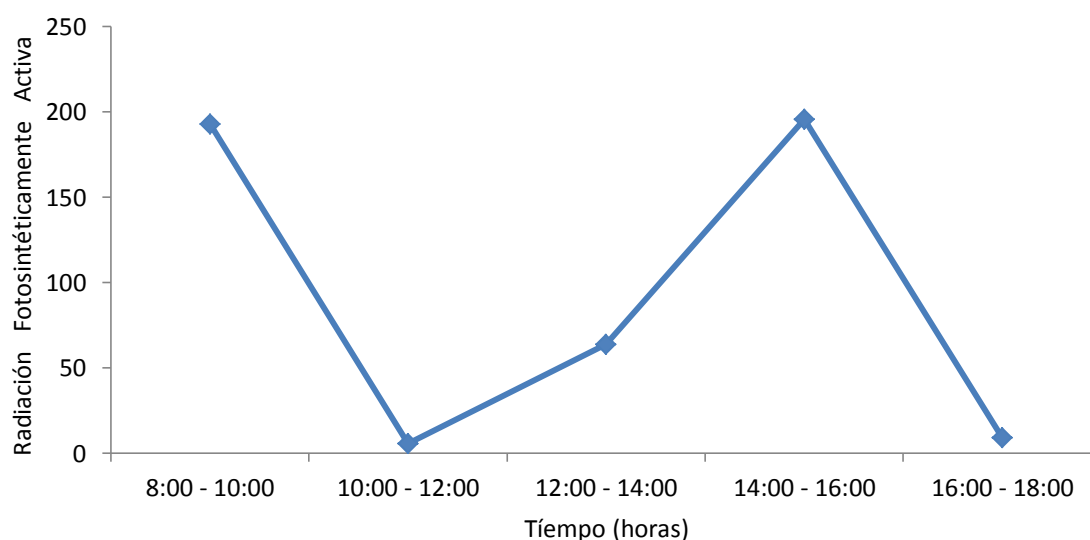


Figura 29. Radiación fotosintéticamente activa en la vereda Santa Teresita, Pasca, (Cundinamarca), durante las horas de evaluación diaria

El ϕ PSII y la ETR son menores desde las 11:00 a las 13:00 indicando menor eficiencia en el uso de luz, por su parte la PAR registrada a las 11:00 es muy baja y a esto se debería el menor valor de ETR encontrado desde este punto de muestreo. La tendencia de ϕ PSII es opuesta a la de la PAR porque a mayor radiación menor cantidad de electrones podrían ser aceptados por los aceptores de electrones en el fotosistema II. Por su parte, la tendencia de la ETR es similar a la de la PAR porque a mayor

PAR más cantidad de electrones podrían ser transportados. En la PAR de 9:00 a 11:00, la ETR no aumenta, indicando que los electrones se están desviando antes de entrar a la cadena de transporte de electrones y se están disipando por vías alternas, mostrando menor eficiencia en el uso de la luz.(Melgarejo 2011; Salisbury y Ross, 1994; Taiz y Zeiger, 2009). Estas vías involucran la disipación térmica posiblemente a través del ciclo de las xantofilas (Melgarejo, 2011).

A partir de la medida de la tasa de fotosíntesis y la tasa de transpiración que proporciona el sistema de análisis se puede determinar el uso eficiente del agua (WUE= tasa fotosintética/tasa transpiratoria) que permite determinar el balance entre la pérdida de agua y la toma de CO₂ y por tanto el uso de estrategias para la conservación de agua en la planta, obteniendo un punto máximo a las 8:00 de 3,5 (mmol H₂O m⁻² s⁻¹) presentando una disminución hasta llegar a un punto mínimo a las 18:00 de 2,5 (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), (figura 30).

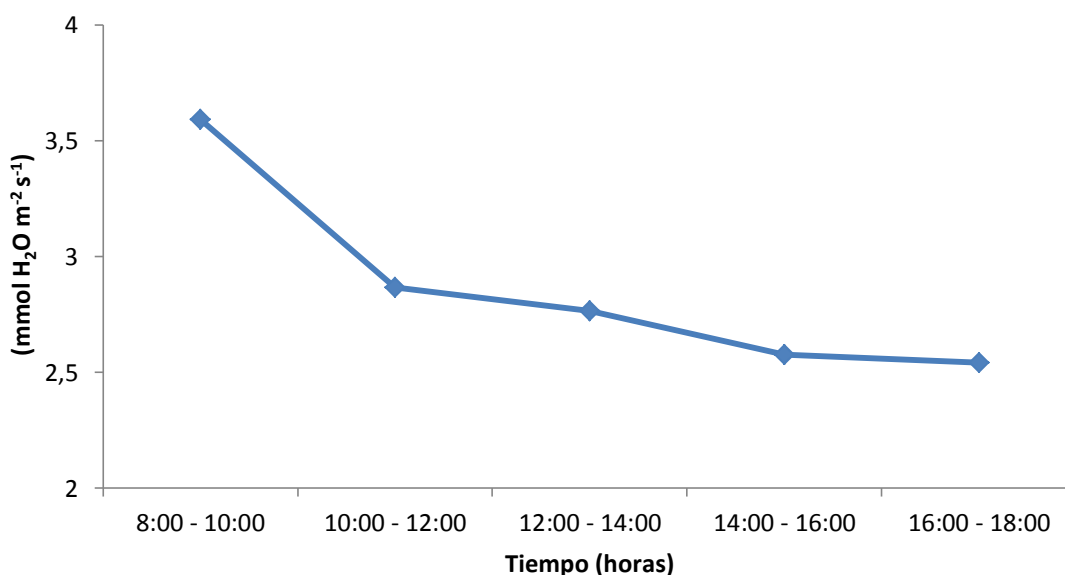


Figura 30. Uso eficiente del agua de *Solanum betaceum* material naranja común municipio de Pasca - Cundinamarca

6 CONCLUSIONES

Las semillas obtenidas a partir de frutos maduros de plantas cultivadas de dos años de edad, presentan una alta viabilidad del 88%.

El mejor tratamiento para inducir la germinación de semillas de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común fue ácido giberélico durante ciclos de 12 horas luz y 12 horas oscuridad con el cual se obtuvo un porcentaje del 95 % de germinación.

La luz influyó positivamente en el proceso de germinación de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común ya que los tratamientos en los que las semillas recibieron luz, presentaron los valores más altos de germinación, indicando la condición de fotoblastismo positivo de esta especie.

Las condiciones climáticas, especialmente las fluctuaciones en la temperatura día/noche: altas temperaturas/heladas presentada afectó el desarrollo fenológico del cultivo de tomate de árbol, presentando un crecimiento lento de las plántulas.

Con la aplicación del modelo hiperbólico de Michaelis Menten se concluye que el tomate de árbol variedad naranja común, en estado vegetativo presenta una fotosíntesis máxima es de 17,477 $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, el punto de compensación lumínico es de 54,42 $\mu\text{moles de fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$, la constante de saturación (K) es de 613,08 $\mu\text{moles de fotones m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y la respiración es de 0,000608 $\mu\text{moles de CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Parámetros que son típicos de una planta C_3 .

El rendimiento cuántico fotoquímico es bajo, fenómeno que se agudiza en horas del medio día, indicando una inhibición del fotosistema II y un bajo desempeño ecofisiológico en el estado juvenil del tomate de árbol, en las condiciones climáticas de la zona de estudio (altas fluctuaciones de temperatura y alta nubosidad).

7 RECOMENDACIONES

En el proceso de germinación de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común es recomendable utilizar uno de los siguientes tratamientos: ácido giberélico + 12 horas luz + 12 horas oscuridad, ácido giberélico 24 horas luz y agua 24 horas luz, debido a su alto porcentaje de germinación.

No es recomendable utilizar lija de agua como tratamiento de esscarificación para desgastar la testa de la semilla de tomate de árbol ya que pueden generar problemas de contaminación.

Los datos ecofisiológicos obtenidos en estado juvenil en la vereda santa teresita, son la base de estudios que se continuarán en los siguientes estados fenológicos (prefloración, floración y fructificación) y en otra zonas de estudio con diferentes condiciones climáticas.

8 BIBLIOGRAFIA

1. ADC BIOSCIENTIFIC (2004) LC Pro + Portable photosystem system instruction manual. UK. 83pp
2. ALBORNOZ, P 1992. El tomate de árbol (Cyphomandrabetaceae) en el Ecuador. FUNDAGRO 130 p.
3. ALZUGARAY, C.; CARNEVALE, N.; SALINAS, A. Y PIOLI, R. Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltld. Rev. Iberoam. Micol, 2007, vol. 24, p. 142-147. Disponible en: (<http://www.reviberoammicol.com/2007-24/142147.pdf>).
4. AZCÓN-BIETO J, TALÓN M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana. Madrid
5. BAKER N Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. Annual Review of Plant Biology 59, 89-113 (2008)
6. BASKIN, C. C. Y BASKIN, J. M. SEEDS: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego: AcademicPress, 2001, 666 p. ISBN-13: 978-012-080263-0.
7. BERNAL J.1995. El cultivo del tomate de árbol. pp 1-8 En: Primer curso de producción de cultivos de clima medio, lulo y tomate de árbol. Corpoica, CRECED Garzon.
8. BOYES, S. Y P. STRUBI.1997. Organic acid and sugar composition of three New Zealand grown tamarillo varieties *Solanum betaceum*(Cav.) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Vol. 25:79-83.
9. CALVO V, 2009. Cultivo de tomate de árbol. (en línea), San José, CR. Consultado el 03
10. CAMACHO, F. Dormición de semillas: causas y tratamientos. México, DF: Editorial Trillas, 1994. 128 p. 9789682441653

11. ETHERINGTON, J. R. (1982). Environment and plant Ecology. New York: Willey & Sons. 487 pp.
12. FISCHER, G.; CASIERRA-POSADA, F.; PIEDRAHÍTA, W. (2009). Ecofisiología de las especies cultivadas en Colombia. En: Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C.; Magnitskiy, S.; Casierra, F.; Piedrahíta, W.; Flórez, L. E. (eds). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, Gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 95 pp.
13. Formato pdf. ago. 2010 Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00168.pdf>.
14. GIVNISH TJ, MONTGOMERY RA, GOLDSTEIN G Adaptive radiation of photosynthetic physiology in the Hawaiian Lobeliads: light regimes, static light responses, and whole-plant compensation points. American Journal of Botany 91, 228-246 (2004).
15. JONES, R. L. AND MACKMILLAN, Gibberellins. En: JONES, R. L. and MackMilla, J. Advanced plant physiology. New York: JohnWilley and Sons, 1984. p,21-52,
16. JORGE HERRERA, RAMIRO ALIZAGA, ERIC GUEVARA, VICTOR JIMÉNEZ. (2006). Germinación Y Crecimiento de la Planta. San Jose, Costa Rica: Universidad De Costa Rica.
17. KHAN, A. A, The physiology and biochemistry of seed dormancy and germtnatlon. En: Advanced Plant Physiology. New York: John Wiley and Sons, 1977. p.45.
18. KOORNNEEF, M.; BENTSINK, L. Y HILHORST, H. SEED dormancy and germination. CurrentOpinion. Plant Biol., 2002, vol. 5, p. 33-36.
19. LARCHER W (2003) *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional group* (4th Ed), Editorial Springer Verlag, Berlin, pp 1-163
20. LEWAK S & KHAN AA. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed. Plant Physiology 60:575-577.

21. LIZARAZO-MEDINA PX, GÓMEZ-VÁSQUEZ D. Microbiota rizosférica de *Espeletia* spp. de los páramos de Santa Inés y de Frontino-Urrao en Antioquia, Colombia. *Acta biol. Colomb.* 2015;20(1):175-182
22. MAXWELL K, JOHNSON G (2000) Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany* 51, 659-668
23. MELGAREJO, L. M.; HERNÁNDEZ, S. (EDS). (2011). *Fisiología poscosecha de la gulupa*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia. 58 pp.
24. MOORE, T. C. *Biochemistry and physiology of plant hormones*. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 90-146.
25. MOREIRA, A.; GÓMEZ, A.; DUARTE, A.; COSER, C.; MENDOÇA, L.; SOUZA, L.; MAIA, N.; DUARTE-DA SILVA, P.; VALE, R. (1992). *Regras para análise de sementes*. Brasília-D.F.: Ministerio da agricultura e reforma agrária. 365 pp.
26. OSORIO, G. 1992. Avances en el cultivo del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*). *Acta Horticulturae* N°310.
27. PAREDES, C. H. Bioquímica de la germinación. [en línea] Monografias.com. Agricultura y ganadería, 2007. Consultado: 1/12/2008. Disponible en:
28. PATIÑO, V. F., P. DE LA GARZA, Y. VILLAGOMEZ A., I. TALAVERA A., Y F. CAMACHO M.. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo no. 63. México, D. F. 180 p 1983.
29. PÉREZ GARCÍA, F. Y PITA VILLAMIL, J.1999. Viabilidad, Vigor, Longevidad Y Conservación De Semillas. 1st ed. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, p.1. Disponible en:
<http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/conservaci%C3%B3n%20semillas.pdf> [Visitada 20 May 2015].

30. PÉREZ, L. V.; MELGAREJO, L. M. Ecophysiological characterisation of the purple passion fruit plant (*Passiflora edulis* Sims) in three areas of the Colombia Andes. Sometido a publicación in *Acta Horticulturae*, 2011.
31. PROHENS, A., A. RODRIGUEZ-BURRUEZO Y F. NUEZ. 2004. Breeding Andean solanaceae fruit crops for adaptation to subtropical climates. *Acta Hort* N° 662.
32. RABAIOLI-DA SILVA LC, REBELLO-DILLENBURG L (2007) Water relation of three species growing on a rock outcrop in the "Parque Estadual de Itapua". *Revista Brasileira de Botanica* 30,703-711
33. REVELO J, PÉREZ E y MAILA M, 2008. Manual ecológico del tomate de árbol en Ecuador, Manual N° 65, Quito, EC, 88p
34. REVELO MORAN JORGE ANIBAL, PEREZ ALARCON ELIZABETH YOLANDA, MAILA ALVARES MARIA VERONICA. Manual guía de capacitación del cultivo ecológico de tomate de árbol en Ecuador. Ecuador, Editorial tecnigrava, 2004: 126 p.
35. REYES, R Y SANABRIA, O.L. 1993. "Plantas promisorias: Tomate de palo". *Revista Etnobotanica*. No. 2: página 12. <http://www.ibiologia.unam.mx/jardin/gela/page12>
36. ROJAS-GARCIDUEÑAS M & ROVALO M. 1985. *Fisiología Vegetal Aplicada*. Mc Graw Hill, México.
37. Semillas fotoblasticas consultado en línea el 13 de noviembre del 2010 disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm
38. SMITH, H. 1973. light quality and germination: ecological implications. In: HEYDECKER, W. (Editor) *seed ecology*. London: Butterworths. Pp. 219-231.
39. SOLARTE ME, ROMERO HM, MELGAREJO LM Caracterización ecofisiológica de la guayaba de la hoya del río Suárez. En: *Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (Psidium guajava L.) para el fortalecimiento de la cadena*

- productiva. Morales AL, Melgarejo LM (Eds) 200p. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia pp 25-56 (2010)
40. SUÁREZ, D.; MELGAREJO, L. M. (2010). *Biología y germinación de semillas*. Capítulo 1, pp. 13-24. En: Melgarejo, L. M. (Ed.). Experimentos en fisiología vegetal. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 277 pp.
 41. TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2006). *Plant physiology*. Sunderland, Massachusetts: 2nd ed. Sinauer Associates. 764 pp.
 42. VÁZQUEZ, Y.C., Y A. OROZCO, 1993. "Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24: 69-87
 43. VELASQUEZ JD, MELGAREJO LM, MAGNITSKIY S. Tratamientos pregerminativos en semillas de gulupa *Passiflora edulis* Sims. En: Ecofisiología del cultivo de la Gulupa (*Passiflora edulis* Sims). Melgarejo LM (Ed). Universidad Nacional de Colombia. 2012. p. 81 – 90
 44. WAREING, P. F. AND PHILLIPS, I. D.J. Growth and differentiation in plants. New York: Pergamon International Library, 1986. p. 58-64 .
 45. WEAVER, R. J. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México: De Trillas, 1984. p. 119-123.

9 ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelos vereda santa teresita

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO No. 1484-2014

Página 1 de 1



Remitente: Luz Marina Melgarejo	Finca: Pasca	Lote: *
E-mail: lmmelagerjom@unal.edu.co	Propietario:	Recibido:
Dirección: UNAL	Municipio:	Reportado: 25.11.14
Teléfono: 11334	Dpto:	Recibo No.: ATI No. 60
Ciudad: Bogotá	Cultivo: Frutales	

RESULTADOS

pH	CE dS/m	CO	N	Ca	K	Mg	Na	AI	CICE	CIC
		%		meq / 100g						
4,7	ns	9,57	0,82	2,10	0,51	0,48	0,10	1,34	4,53	ns

ns: no solicitado

P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Ar	L	A	Textura
mg / kg							%			
33,9	11,0	1,19	103	1,53	2,05	<0,12	3	18	79	AF

Los resultados corresponden únicamente a las muestras suministradas por el usuario y analizadas en el laboratorio

PARÁMETRO pH CE: Conductividad eléctrica CO: Carbono orgánico oxidable N: Nitrógeno total Ca, K, Mg, Na: Bases intercambiables CIC: Capacidad de intercambio catiónico CICE: CIC Efectiva AI: Acidez intercambiable P: Fósforo disponible S: Azufre disponible Cu, Fe, Mn, Zn: Microelementos B: Boro Arcilla (Ar), limo (L), arena (A) Textura	MÉTODOS DE ANÁLISIS Suspensión suelo:agua (relación peso:volúmen 1:1) Extracto de la pasta de saturación Walkley-Black Estimado a partir del CO (factor empleado 0,0862) Extracción con NH ₄ -Acetato 1M pH 7 Desplazamiento del NH ₄ intercambiado con NaCl Estimado por suma de bases y acidez intercambiables Extracción con KCl 1M Bray II Extracción con fosfato monoclásico Extracción con DTPA Extracción con fosfato monoclásico Bouyoucos, dispersión con Na-Hexametafosfato Triángulo de clasificación textural USDA	VALORACIÓN Potenciométrica Conductimétrica Colorimétrica Absorción Atómica Volumétrica Volumétrica Colorimétrica Turbidimétrica Absorción Atómica Colorimétrica Densimétrica
--	---	--

NIVELES GENERALES DE REFERENCIA

Elemento	Clima	Alto	Medio	Bajo
N	Frío	>0.50	0.25-0.50	<0.25
	Medio	>0.25	0.15-0.25	<0.15
	Cálido	>0.20	0.10-0.20	<0.10

Elemento	Alto	Medio	Bajo
P	>40	20-40	<20
K	>0.35	0.15-0.35	<0.15
Ca	>6	3,0-6,0	<3
Mg	>2.5	1.5-2.5	<1.5

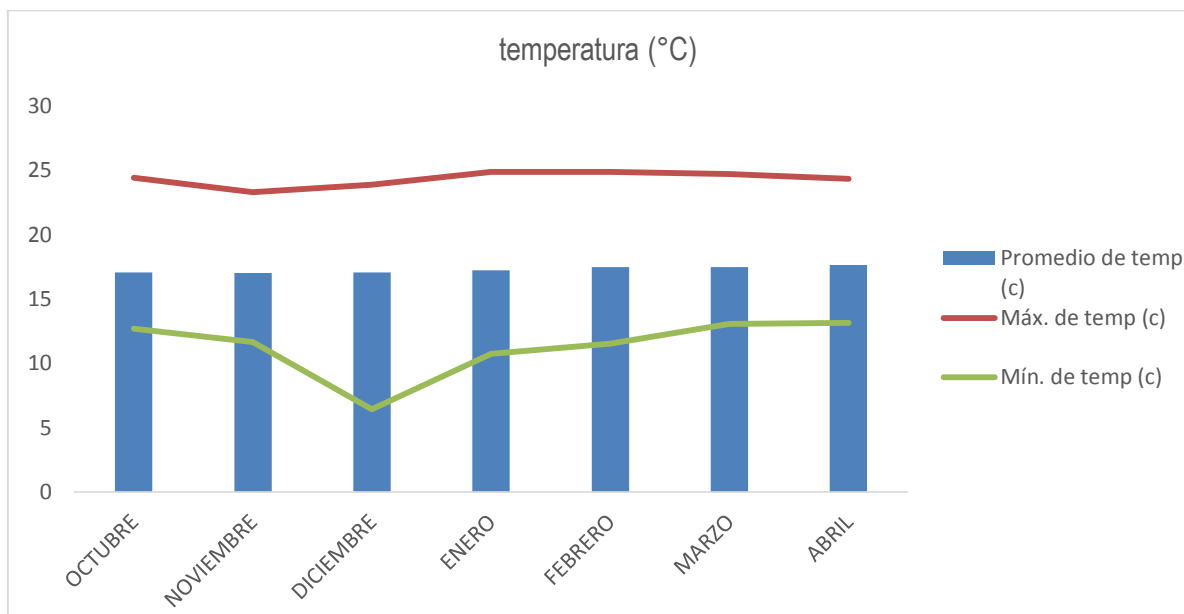
Químico:

Coordinadora:

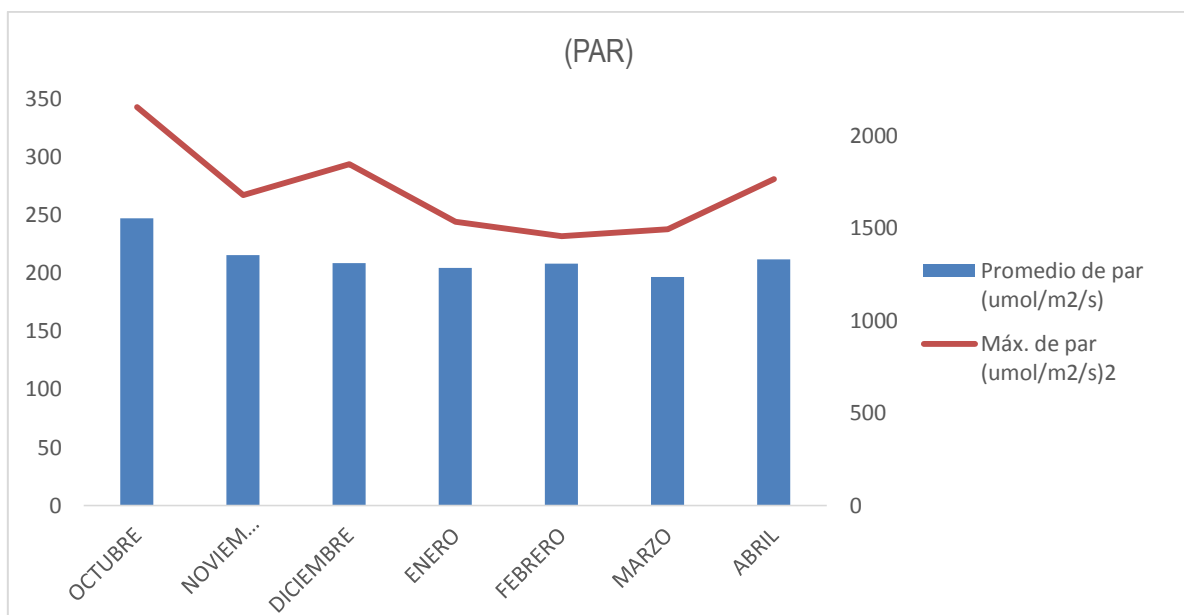
RECUERDE: El plan de fertilización es más eficiente si Ud consulta con el profesional de Asistencia Técnica de su localidad

Laboratorio de Aguas y Suelos. Facultad de Agronomía. Edificio 500 Cuarto Piso
 Conmutador 316 5000 Extensiones 19088 ó 19049; Telefax 316 5498
 Correo electrónico: mchenafoto@unal.edu.co
 Bogotá, Colombia

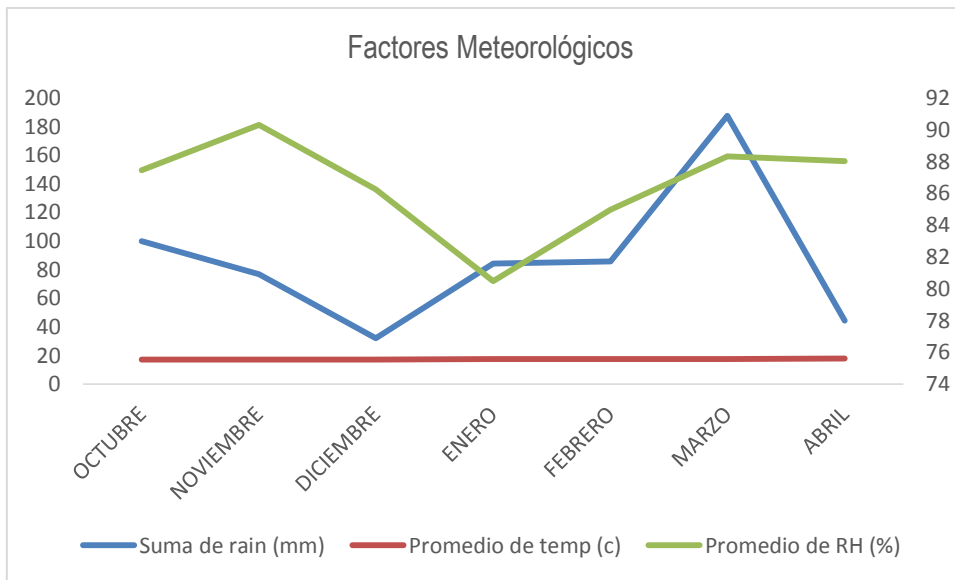
Anexo 2. Datos climáticos Pasca – Cundinamarca Estación vereda San Pablo (Hurtado, 2014 – Informe técnico – datos no publicados)



Variación mensual de temperatura (°C)



Variación mensual de la radiación fotosintéticamente activa (PAR).



Variación mensual de factores meteorológicos precipitación, temperatura y humedad relativa

Anexo 3. Semillas germinadas por tratamiento

		CAJA PETRI (I)	CAJA PETRI (II)
4 de mayo 2015	con agua 24 horas luz	(16-20)	(15-20)
	con acidogiberélico 24 horas luz	(7-20)	(13-20)
	con agua + desgaste de testa + luz normal	(3-20)	(5-20)
	con acidogiberélico + desgaste de testa + luz normal	(3-20)	(0-20)
	con acidogiberélico + luz normal	(17-20)	(16-20)
	con agua luz normal	(9-20)	(8-20)
	con agua + 24 horas oscuridad	(1-20)	(0-20)
	con acidogiberélico + 24 horas oscuridad	(8-20)	(4-20)
6 de mayo 2015	con agua 24 horas luz	(16-20)	(16-20)
	con acidogiberélico 24 horas luz	(10-20)	(14-20)
	con agua + desgaste de testa + luz normal	(5-20)	(5-20)
	con acidogiberélico + desgaste de testa + luz normal	(3-20)	(5-20)
	con acidogiberélico + luz normal	(18-20)	(17-20)
	con agua luz normal	(9-20)	(12-20)
	con agua + 24 horas oscuridad	(1-20)	(0-20)
	con acidogiberélico + 24 horas oscuridad	(9-20)	(6-20)
8 de	con agua 24 horas luz	(16-20)	(17-20)

mayo 2015			
	con acidogiberélico 24 horas luz	(14-20)	(15-20)
	con agua + desgaste de testa + luz normal	(8-20)	(6-20)
	con acidogiberélico + desgaste de testa + luz normal	(4-20)	(9-20)
	con acidogiberélico + luz normal	(19-20)	(18-20)
	con agua luz normal	(9-20)	(17-20)
	con agua + 24 horas oscuridad	(2-20)	(0-20)
	con acidogiberélico + 24 horas oscuridad	(10-20)	(8-20)
10 de mayo 2015	con agua 24 horas luz	(18-20)	(19-20)
	con acidogiberélico 24 horas luz	(17-20)	(19-20)
	con agua + desgaste de testa + luz normal	(10-20)	(9-20)
	con acidogiberélico + desgaste de testa + luz normal	(19-20)	(12-20)
	con acidogiberélico + luz normal	(19-20)	(19-20)
	con agua luz normal	(9-20)	(18-20)
	con agua + 24 horas oscuridad	(6-20)	(5-20)
	con acidogiberélico + 24 horas oscuridad	(11-20)	(13-20)
12 de mayo 2015	con agua 24 horas luz	(18-20)	(19-20)
	con acidogiberélico 24 horas luz	(18-20)	(19-20)
	con agua + desgaste de testa + luz	(10-20)	(9-20)

	normal		
	con acidogiberélico + desgaste de testa + luz normal	(19-20)	(12-20)
	con acidogiberélico + luz normal	(19-20)	(19-20)
	con agua luz normal	(9-20)	(18-20)
	con agua + 24 horas oscuridad	(6-20)	(5-20)
	con acidogiberélico + 24 horas oscuridad	(11-20)	(13-20)

Anexo 4: Toma de datos fenológicos (altura tallo, número entrenudos, diámetro del tallo, número de hojas) tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común **Fecha 22/12/14**

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	10	4	0.5	3
12	4	4	0.5	5
23	8.5	5	0.5	5
26	12	4	0.6	3
30	13	3	0.5	4
34	10	4	0.4	4
35	12	4	0.6	4
39	10	3	0.7	4
44	14	5	0.6	4
51	2	4	0.6	3
60	9	3	0.4	4
62	13	4	0.5	4
65	10.5	4	0.5	4
71	6.5	4	0.6	4
74	10	4	0.5	5
75	8.5	5	0.5	3
78	9	4	0.5	3
82	8.5	5	0.5	5
83	14	6	0.6	3
84	8.5	5	0.5	3
PROMEDIO	9.65	4.2	0.53	3.85

Fecha 30/12/14

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	11	5	0.5	4
12	6	5	0.5	5
23	9.5	5	0.5	5
26	14	4	0.6	3
30	15	4	0.5	3
34	11	5	0.4	4
35	13	5	0.6	5
39	12	5	0.7	4
44	15	5	0.6	3
51	5	4	0.6	3
60	11	5	0.4	5
62	15	4	0.5	4
65	11.5	4	0.5	4
71	7.5	4	0.6	3
74	11	4	0.5	5
75	9.5	5	0.5	3
78	11	4	0.5	4
82	9.5	5	0.5	5
83	15	6	0.6	3
84	9.5	5	0.5	4
PROMEDIO	11.1	4.65	0.53	3.95

Fecha 06/01/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	12	5	0.5	4
12	7	5	0.5	4
23	10	5	0.5	6
26	14.5	4	0.6	3
30	16	4	0.5	3
34	12	5	0.4	5
35	13.5	5	0.6	4
39	15	5	0.7	4
44	15.5	6	0.6	3
51	6	4	0.6	3
60	12	5	0.4	4
62	16	4	0.5	4
65	12.5	4	0.5	5
71	8.5	4	0.6	3
74	12	4	0.5	6
75	10.5	5	0.5	3
78	11.5	4	0.5	5
82	10.5	5	0.5	5
83	15.5	6	0.6	4
84	9.5	5	0.5	4
PROMEDIO	12	4.7	0.53	4.1

Fecha 13/01/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	12.5	5	0.6	4
12	8	5	0.5	3
23	10.5	5	0.5	6
26	15	6	0.6	3
30	16.5	5	0.6	4
34	13	5	0.4	5
35	14	5	0.6	4
39	16	5	0.7	4
44	16.5	6	0.6	4
51	7	4	0.6	3
60	13	5	0.4	4
62	16.5	5	0.6	4
65	13	4	0.5	5
71	9	4	0.6	3
74	12.5	4	0.5	6
75	11	5	0.5	3
78	12	4	0.5	5
82	11	5	0.5	5
83	16	6	0.6	5
84	10	5	0.5	4
PROMEDIO	12.65	4.9	0.545	4.2

Fecha 19/01/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	13	5	0.6	4
12	8.5	5	0.5	3
23	11	5	0.5	6
26	15.5	6	0.6	4
30	17	5	0.6	4
34	13.5	5	0.4	5
35	14.5	5	0.6	5
39	17	5	0.7	4
44	17	6	0.6	3
51	8	4	0.6	3
60	13.5	5	0.4	4
62	17	5	0.6	3
65	13.5	4	0.5	5
71	9.5	4	0.6	4
74	13	4	0.5	6
75	11.5	5	0.5	3
78	13	4	0.5	6
82	12	5	0.5	5
83	17	6	0.6	5
84	11	5	0.5	5
PROMEDIO	13.3	4.9	0.545	4.35

Fecha 26/01/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	13.5	5	0.6	4
12	9	5	0.5	4
23	11.5	5	0.5	6
26	16	6	0.6	4
30	17.5	6	0.6	4
34	14	5	0.4	5
35	15	5	0.6	5
39	17.5	6	0.7	4
44	17.5	6	0.6	4
51	8.5	4	0.6	4
60	14	5	0.4	4
62	17.5	6	0.6	4
65	14	4	0.5	5
71	10	4	0.6	5
74	13.5	5	0.6	5
75	12	5	0.5	3
78	13.5	5	0.6	6
82	13	5	0.5	6
83	17.5	6	0.6	6
84	11.5	5	0.5	5
PROMEDIO	13.825	5.15	0.555	4.65

Fecha 3/02/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	14	5	0.6	3
12	9.5	5	0.5	4
23	12	5	0.5	5
26	16.5	7	0.6	4
30	18	6	0.6	4
34	14.5	5	0.4	6
35	15.5	5	0.6	5
39	18	7	0.7	5
44	18	7	0.6	4
51	9.5	4	0.6	5
60	15	5	0.4	4
62	18	6	0.6	4
65	14.5	5	0.5	6
71	10.5	4	0.6	5
74	14	5	0.6	5
75	13	6	0.5	4
78	14	6	0.6	5
82	13.5	5	0.5	5
83	18	7	0.6	4
84	12	5	0.5	4
PROMEDIO	14.4	5.5	0.555	4.55

Fecha 10/02/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	15	5	0.6	4
12	10	5	0.5	4
23	13	5	0.5	6
26	17	7	0.6	4
30	18.5	6	0.6	3
34	15	5	0.4	5
35	16	5	0.6	5
39	18.5	7	0.7	4
44	19	7	0.6	4
51	10	4	0.6	5
60	16	5	0.4	4
62	19	6	0.6	4
65	15.5	5	0.5	7
71	11.5	4	0.6	5
74	15	5	0.6	6
75	14	6	0.5	3
78	14.5	6	0.6	6
82	14	5	0.5	6
83	18.5	7	0.6	4
84	13	5	0.5	4
PROMEDIO	15.15	5.5	0.555	4.65

Fecha 17/02/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	15.5	5	0.6	4
12	10.5	5	0.5	4
23	13.5	5	0.5	5
26	18	7	0.6	4
30	19	6	0.6	4
34	15.5	5	0.4	5
35	16.5	5	0.6	4
39	19	7	0.7	4
44	19.5	7	0.6	5
51	11	4	0.6	5
60	17	5	0.4	5
62	19.5	6	0.6	4
65	16	5	0.5	6
71	12	4	0.6	5
74	15.5	5	0.6	6
75	14.5	6	0.5	4
78	15	6	0.6	5
82	15	5	0.5	5
83	19	7	0.6	4
84	14	5	0.5	4
PROMEDIO	15.775	5.5	0.555	4.6

Fecha 24/02/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	16	5	0.6	4
12	11	5	0.5	4
23	14	5	0.5	5
26	18.5	8	0.6	3
30	19.5	6	0.6	4
34	16	5	0.4	5
35	17	5	0.6	4
39	19.5	8	0.7	3
44	20	8	0.6	5
51	11.5	4	0.7	5
60	17.5	5	0.4	4
62	20	6	0.6	4
65	16.5	5	0.5	6
71	12.5	4	0.6	6
74	16	5	0.7	5
75	15	6	0.5	4
78	16	6	0.6	3
82	16	5	0.5	5
83	19.5	7	0.6	4
84	15	5	0.5	3
PROMEDIO	16.35	5.65	0.565	4.3

Fecha 2/03/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	16.5	5	0.6	4
12	11.5	5	0.5	4
23	14.5	5	0.5	5
26	19	8	0.6	3
30	20	6	0.6	4
34	16.5	5	0.5	6
35	17.5	5	0.6	4
39	20	8	0.7	3
44	21	8	0.6	5
51	12	4	0.7	5
60	18	5	0.4	4
62	21	6	0.6	4
65	17	5	0.5	7
71	13	4	0.6	8
74	16.5	5	0.7	5
75	15.5	6	0.5	4
78	17	6	0.6	3
82	16.5	5	0.5	7
83	20	7	0.6	5
84	15.5	5	0.5	3
PROMEDIO	16.925	5.65	0.57	4.65

Fecha 9/03/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	17	5	0.6	4
12	12	5	0.5	4
23	15	5	0.5	4
26	19.5	8	0.6	3
30	21	6	0.6	5
34	17.5	5	0.5	7
35	18	5	0.6	4
39	21	8	0.7	4
44	21.5	8	0.6	6
51	13	4	0.7	5
60	19	5	0.4	4
62	22	6	0.6	5
65	17.5	5	0.5	8
71	13.5	4	0.6	9
74	17	5	0.7	5
75	16.5	6	0.5	4
78	17.5	6	0.6	3
82	17.5	5	0.5	8
83	21	7	0.6	6
84	16.5	5	0.5	3
PROMEDIO	17.675	5.65	0.57	5.05

Fecha 17/03/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	17.5	5	0.6	4
12	12.5	5	0.5	4
23	15.5	5	0.5	3
26	20	8	0.6	4
30	22	6	0.6	3
34	18	5	0.5	6
35	18.5	5	0.6	5
39	21.5	8	0.7	5
44	22	8	0.6	6
51	13.5	4	0.7	5
60	19.5	5	0.4	5
62	22.5	7	0.6	5
65	18	5	0.5	7
71	14	4	0.6	8
74	17.5	5	0.7	5
75	17	6	0.5	4
78	18	6	0.6	3
82	18	5	0.5	7
83	21.5	8	0.6	6
84	17	5	0.5	4
PROMEDIO	18.2	5.75	0.57	4.95

Fecha 24/03/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	18	6	0.6	4
12	13	5	0.5	5
23	16	6	0.6	3
26	20.5	8	0.6	5
30	22.5	6	0.7	4
34	18.5	5	0.5	7
35	18.5	5	0.6	5
39	22	8	0.8	5
44	22.5	8	0.7	6
51	14	4	0.7	5
60	20	5	0.4	5
62	23	7	0.7	5
65	18.5	5	0.5	8
71	14.5	4	0.6	8
74	18	5	0.7	4
75	17.5	7	0.5	5
78	18.5	7	0.6	4
82	18.5	5	0.5	8
83	22	8	0.6	7
84	17.5	5	0.5	3
PROMEDIO	18.675	5.95	0.595	5.3

Fecha 31/03/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	18.5	6	0.6	3
12	13.5	5	0.5	5
23	16.5	6	0.6	4
26	21	8	0.7	5
30	23	6	0.7	4
34	19	5	0.5	7
35	19	5	0.6	6
39	22.5	8	0.8	6
44	23	8	0.7	6
51	14.5	4	0.7	5
60	20.5	5	0.5	5
62	23.5	7	0.7	5
65	19	5	0.5	7
71	15	4	0.6	8
74	18.5	5	0.7	3
75	18	7	0.5	5
78	19	7	0.6	4
82	19	5	0.5	8
83	22.5	8	0.7	8
84	18	5	0.5	3
PROMEDIO	19.175	5.95	0.61	5.35

Fecha 7/04/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	19	7	0.6	3
12	14	6	0.5	4
23	17	7	0.6	4
26	21.5	9	0.7	5
30	23.5	7	0.7	4
34	20	6	0.5	6
35	20	6	0.6	7
39	23	9	0.8	6
44	23.5	9	0.7	7
51	15	5	0.7	4
60	21	6	0.5	5
62	24	8	0.7	4
65	19.5	6	0.5	7
71	15.5	5	0.6	7
74	19	6	0.7	4
75	18.5	8	0.5	5
78	20	8	0.6	4
82	20	6	0.5	8
83	23	9	0.7	8
84	18.5	6	0.5	4
PROMEDIO	19.775	6.95	0.61	5.3

Fecha 14/04/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	19.5	7	0.6	4
12	14.5	6	0.5	4
23	17.5	7	0.6	4
26	22	9	0.7	5
30	24	7	0.7	4
34	21	6	0.5	6
35	21	6	0.6	8
39	24	9	0.8	6
44	24.5	9	0.8	7
51	15.5	5	0.7	4
60	21.5	6	0.6	4
62	24.5	8	0.8	4
65	20	6	0.5	7
71	16	5	0.6	7
74	19.5	6	0.7	5
75	19	8	0.5	5
78	21	8	0.6	4
82	21	6	0.5	8
83	23.5	9	0.8	8
84	19	6	0.5	5
PROMEDIO	20.425	6.95	0.63	5.45

Fecha 21/04/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	20	7	0.6	4
12	15	6	0.5	4
23	18	7	0.6	5
26	22.5	9	0.7	5
30	25	7	0.7	4
34	22	6	0.5	6
35	22	6	0.6	8
39	24.5	9	0.9	7
44	25	9	0.9	8
51	16	5	0.7	4
60	22	6	0.6	5
62	25	8	0.8	5
65	21	6	0.5	7
71	17	5	0.6	7
74	20	6	0.7	6
75	20	8	0.5	6
78	22	8	0.6	4
82	22	6	0.5	8
83	24	9	0.8	8
84	19.5	6	0.5	6
PROMEDIO	21.125	6.95	0.64	5.85

Fecha 28/04/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	21	7	0.6	4
12	16	6	0.5	4
23	19	7	0.6	4
26	23	9	0.7	5
30	26	7	0.7	4
34	23	6	0.5	6
35	23	6	0.6	8
39	25.5	9	0.9	7
44	26	9	0.9	8
51	17	5	0.7	3
60	23	6	0.6	5
62	26	8	0.8	5
65	22	6	0.5	7
71	18	5	0.6	7
74	21	6	0.7	6
75	21	8	0.5	6
78	23	8	0.6	5
82	23	6	0.5	8
83	25	9	0.8	8
84	20.5	6	0.5	7
PROMEDIO	22.1	6.95	0.64	5.85

Fecha 5/05/15

# DE PLANTA	ALTURA	NUDOS	DIAMETRO	HOJAS
5	22	8	0.6	5
12	17	7	0.5	5
23	20	7	0.6	4
26	24	9	0.7	5
30	27	7	0.7	4
34	24	6	0.5	6
35	24	6	0.6	7
39	26	9	0.9	7
44	26.5	9	0.9	8
51	17.5	6	0.7	3
60	24	6	0.6	6
62	27	8	0.8	5
65	23	6	0.5	7
71	19	5	0.6	8
74	22	6	0.7	6
75	22	9	0.5	6
78	23.5	9	0.6	5
82	24	6	0.5	7
83	25.5	9	0.8	8
84	21	6	0.5	7
PROMEDIO	22.95	7.2	0.64	5.95

Anexo 5: Estado fenológico en el que se encuentra el cultivo de tomate de árbol *Solanum betaceum* material naranja común.



Anexo 6: Labores culturales en campo (plateo).



Anexo 7: Toma de datos con el IRGA.

