



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Trabajo de Graduación**

**Evaluación de dos tipos de sujetadores utilizados en el  
proceso de injertación en tres genotipos de tomate  
(*Solanum* sp. L), en el Centro Experimental las Mercedes  
– UNA 2019**

**AUTORES:**

**Br. Harrison Uberne Castillo López**

**Br. Kelvin Manuel Estrada Arias**

**ASESORES**

**Ing. MSc. Jorge Gómez  
PhD. Francisco Salmerón  
PhD. James Nienhuis  
PhD. Carlos Ramírez**

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2019**

## INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1 Ubicación de la zona de estudio	4
3.2 Material genético	4
3.3 Diseño metodológico	5
3.4 Descripción de los tratamientos	5
3.5 Manejo del ensayo	6
3.5.1 Construcción del área de las cámaras de recuperación y aclimatación	6
3.5.2 Establecimiento del semillero	8
3.5.3 Etapa de post germinado	9
3.6 Descripción de los materiales para injerto	9
3.7 Descripción del proceso de injerto	10
3.8 Temperatura y humedad relativa registradas en las camaras de recuperación y aclimatación	12
3.9 Variables evaluadas	13
3.9.1 Diámetro del tallo de las plántulas germinadas	13
3.9.2 Alturas de plántulas germinadas	13

3.9.3 Porcentaje de éxito del injerto	14
3.9.4 Altura de las plántulas después de injertada	14
3.9.5 Número de hojas por plántulas después de injertada	14
3.9.6 Diámetro del tallo de plántulas después de injertada	14
3.10 Análisis de datos	14
3.11 Modelo estadístico	15
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	16
4.1 Diámetro del tallo de las plántulas germinadas	16
4.2 Altura de plántulas germinadas	17
4.3 Porcentaje de éxito del injerto	17
4.4 Altura de la plántula después de injertada	19
4.5 Número de hojas por plantulas después de injertada	21
4.6 Diámetro del tallo de plántulas después de injertada	22
V. CONCLUSIONES	24
VI. RECOMENDACIONES	25
VII. LITERATURA CITADA	26
VIII. ANEXOS	30

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es mi fuente de alegría, fuerza y mi mayor baluarte en tiempos de prueba.

A mis padres, Martha López Córdoba y Julio Castillo Morales quienes son mi apoyo incondicional y por el gran amor que me han dado.

A todas las personas que murieron en los acontecimientos sociopolíticos por la lucha de una Nicaragua libre.

A mi compañero de Tesis Kelvin Estrada Arias, por ser un gran amigo y haber realizado este trabajo con esfuerzo y dedicación.

Br. Harrison Castillo López

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado las fuerzas y la sabiduría para culminar esta hermosa carrera. El principio de la sabiduría es el temor a Jehová, proverbios 1:7.

A mis padres, Rosa Arias Putoy y Manuel Estrada Calero por apoyarme y brindarme sus consejos durante todo este tiempo.

A todos los caídos del departamento de Masaya durante los enfrentamientos sociopolíticos ocurridos a partir de Abril 2018.

A mi compañero de tesis Harrison Uberne Castillo, por ser un excelente amigo y quien dio todo su empeño y dedicación por este trabajo.

Br. Kelvin Estrada Arias.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por el don de la vida, sabiduría y entendimiento y darme la salud para culminar mi etapa universitaria y mi trabajo de graduación.

A la Universidad Nacional Agraria, nuestra alma mater por excelencia, por darnos la oportunidad de ser beneficiados con los programas de becas y ser la fuente de nuestra preparación profesional.

Al Centro de Experimentación y Validación Tecnológica (CEVT), por el espacio brindado para realizar el ensayo y todo su apoyo.

Al proyecto Wisconsin de Jaime Nienhuis y al profesor Carlos Ramírez del Tecnológico de Costa Rica (TEC), por confiar en nosotros y desarrollar este tema de investigación, por el tiempo brindado, sus opiniones constructivas e información para el desarrollo del trabajo.

A nuestros asesores, Jorge Gómez y Francisco Salmerón, por brindarnos su tiempo, espacio y conocimientos para la realización de este trabajo.

Br. Harrison Castillo López.

Br. Kelvin Estrada Arias.

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Descripción de los genotipos que se utilizaron en el estudio.	<b>5</b>
<b>2</b>	Descripción de los tratamientos a evaluar en el estudio.	<b>5</b>
<b>3</b>	Promedios de porcentaje de éxito del injerto en el cultivo de tomate, a los 7 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>18</b>
<b>4</b>	Promedios de altura de las plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 12 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>20</b>
<b>5</b>	Promedios de número de hojas por plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 15 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>21</b>
<b>6</b>	Promedios de diámetro de tallo de plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 15 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>23</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
<b>1</b>	Materiales para la construcción de la caseta para las cámaras de recuperación y aclimatación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>6</b>
<b>2</b>	Mesa de tubos galvanizados (sección A) y laminas de nicalit (sección B) para construir camaras de recuperación y aclimatación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>6</b>
<b>3</b>	Area de recuperacion cubierta con tela dacron (seccion A), estructura de tubos PVC en forma de arco (seccion B), lamina de agua con carbon (seccion C) y colocacion de bandejas evitando el contacto directo con el agua (seccion D).	<b>7</b>
<b>4</b>	Area de aclimatacion cubierta con tela Agribon.	<b>8</b>
<b>5</b>	Llenado de bandejas con el sustrato preparado (sección a), bandejas cubiertas con papel periódico y bolsa plástica (sección b y c), proceso de pre germinación de patrones y vástagos en cuarto oscuro (sección d), Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>9</b>
<b>6</b>	Corte recto transversal realizado en una planta de tomate utilizada como patrón.	<b>10</b>
<b>7</b>	Cortes longitudinales opuestos e inclinados en forma de una púa, realizado en una planta de tomate utilizada como vástago para realizar el injerto.	<b>11</b>
<b>8</b>	Colocación del vástago con corte de púa entre el corte del patrón para realizar el injerto de las plantas de tomate. Soporte con el sujetador clip (sección A) y soporte con el sujetador manguerilla (sección B).	<b>11</b>
<b>9</b>	Datos de temperatura y humedad relativa registrados durante los 15 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>13</b>
<b>10</b>	Promedio del diámetro de tallo de plántulas de tomate ( <i>Licopersicum</i> sp) a los 25 días de germinadas, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>16</b>
<b>11</b>	Promedio de la altura de las plántulas de tomate ( <i>Licopersicum</i> sp) a los 25 días de germinadas, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	<b>17</b>

## INDICE DE ANEXOS

ANEXOS		PÁGINA
1	Resultado del análisis estadístico del porcentaje de éxito del injerto, a los 7 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	30
2	Resultado del análisis estadístico de la altura de las plántulas, a los 12 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	30
3	Resultado del análisis estadístico del número de hojas de las plántulas a los 15 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	30
4	Resultado del análisis estadístico del diámetro del tallo de plántulas, a los 15 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019.	31

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental las Mercedes, de la Universidad Nacional Agraria, durante el período comprendido Enero a Febrero del 2019. El objetivo fue evaluar el injerto de púa utilizando dos sujetadores (cinta de goma y clips) en 3 genotipos de Tomate (*Solanum* sp. L) en el proceso de injertación. El diseño del experimento consistió en un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial, con 4 tratamientos y 3 observaciones. Los tratamientos utilizados en el proceso de injertación fueron dos vástagos (Shanty y AVTO 1032) y un patrón (Sakata), los tratamientos se describieron de la siguiente manera: T1 (Sakata / Shanty / Cinta de goma), T2 (Sakata / AVTO1032/ Cinta de goma), T3 (Sakata / Shanty / Clip), T4 (Sakata / AVTO1032 / Clip). Para el análisis de los datos se utilizó el programa INFOSTAT, obteniéndose un análisis de varianza (ANDEVA) y realizándose una prueba de separación de medias a través de Duncan al 5%. El experimento se estableció sobre cámaras de recuperación y aclimatación. Las variables evaluadas antes del injertado fueron altura de planta y diámetro de tallo y las variables evaluadas después de injertado fueron porcentaje de éxito del injerto, altura de la plántula, número de hoja por plántula y diámetro de tallo. Los resultados mostraron diferencias significativas únicamente para la variable altura de planta con respecto a los genotipos, mostrando mejor comportamiento el tratamiento 1 (Sakata/ Shanty/ cinta de goma), sin embargo, los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas para las variables porcentaje de éxito del injerto, número de hoja por plántula y diámetro de tallo. En general la variable porcentaje de éxito permitió conocer si se estableció la unión del injerto, reanudando su crecimiento y desarrollo como una sola planta.

**Palabras claves:** Tomate, Injerto, Púa, Vástago, Patrón

## ABSTRACT

The study was conducted at the Las Mercedes Experimental Center, of the National Agrarian University (UNA), during the period from January to February of 2019. The objective was to evaluate the barbed graft using two fasteners (rubber tape and clips) in 3 Tomato genotypes (*Solanum* sp. L) in the grafting process. The design of the experiment consisted of a completely random design (DCA), with a bifactorial arrangement, with 4 treatments and 3 observations. The treatments used in the grafting process were two stems (Shanty and AVTO 1032) and one pattern (Sakata), the treatments were described as follows: T1 (Sakata / Shanty / hosepipe), T2 (Sakata / AVTO1032 / hosepipe), T3 (Sakata / Shanty / Clip), T4 (Sakata / AVTO1032 / Clip). For the analysis of the data, the INFOSTAT program was used, obtaining an analysis of variance (ANOVA) and performing a separation test through Duncan at 5%. The experiment was established on recovery and acclimatization chambers. The variables evaluated before injected were plant height and stem diameter and the variables evaluated after injected were injector success rate, seedling height, leaf number per seedling and stem diameter. The results changed the specific differences for the plant height variable with respect to the genotypes, showing the best behavior treatment 1 (Sakata/ Shanty/ hosepipe), however, the results that did not have significant differences for the variables success percentage of the injector, leaf number per seedling and stem diameter. In general, the variable percentage of success will know if the union of the injector is verified, resuming its growth and development as a single plant.

**Keywords:** Tomato, Graft, Barbed graft, Stem, Pattern

## I. INTRODUCCION

El injerto en plantas es la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta, donde se utiliza el sistema radicular de porta injertos resistentes y la parte aérea de la variedad o híbrido comercial a cultivar para la creación de una planta con mejores características (De Miguel y Maroto, 2007).

La importancia del injerto en hortalizas, no solo es obtener resistencia a enfermedades, sino además, a estreses abióticos tales como la humedad excesiva, sequía, salinidad, temperaturas altas y bajas, heridas causadas por el manejo del cultivo, o por el proceso mismo del injerto (Abdelmageed y Gruda, 2009; Venema *et al.*, 2008 y Rivero *et al.*, 2003 a,b). Otros autores refieren incrementos en la absorción de agua y nutrientes (Santa-Cruz *et al.*, 2002), así como la duración de la época de la cosecha (Lee, 1994).

El uso de plantas injertadas se inició en Japón y Corea, a fines de 1920 al injertar sandías, con bases radiculares de calabaza (León-Gallegos, 2006). Después de los primeros experimentos se incrementó el uso de plantas injertadas para la producción de hortalizas principalmente en sandía, pepino y algunas solanáceas, principalmente tomate (Kurata, 1992) y pimiento (López-Marín *et al.*, 2009). Hoolbrook *et al.* (2002) reportan que la práctica de injertación en tomate, a nivel comercial, se ha utilizado desde 1970. Su efecto ha sido efectivo para contrarrestar los problemas agronómicos, además, la técnica de injerto es admisible para la producción integrada o cultivo ecológico (De Miguel y Maroto, 2007).

El tomate es una de las pocas hortalizas que a nivel mundial presenta gran demanda, esto a con llevado a que en los últimos años la producción mundial se ha aumentado en un nivel promedio anual que sobrepasa los 110 millones de toneladas. El tomate se cultiva en Nicaragua desde los años 1940, iniciándose en el municipio de Tisma, departamento de Masaya, posteriormente fue distribuido al resto del país. El tomate en Nicaragua ocupa uno de los primeros lugares en consumo y comercialización entre las hortalizas; los rendimientos varían en un rango de 12 a 18 t ha<sup>-1</sup>, cultivándose anualmente de 2000 a 2500 ha (MAGFOR, 2007).

Para que el injerto entre dos plantas tenga éxito, estas plantas deben ser compatibles o afines, aunque sean de diferente especie, además debe haber una coincidencia al momento del

contacto en los tejidos próximos a la capa del cambium que produce un borde, producto de la cicatrización llamado callo, de manera que las regiones parenquimatosas del cambium coincidan y se mantengan estrechamente unidas (Bekhradi *et al.*, 2009).

El estrés que produce el corte y la creación de nuevas uniones entre vasos conductores al injertar es imposible evitar, por lo cual se deben crear y evaluar condiciones para promover una alta tasa de sobrevivencia de las plántulas (Rivard *et al.* 2010). La función más importante del proceso de curación se lleva a cabo en las cámaras de humidificación que son estructuras donde se colocan las bandejas recién injertadas con el objetivo de crear un ambiente controlado, principalmente de la temperatura y humedad (De Miguel 2011).

La ventaja del injerto de púa es que la hendidura mantiene el retoño o púa más estrechamente que el injerto de empalme (Johnson *et al.*, 2011), además el tipo de injerto de púa es el más recomendado debido a que las plantas crecen más erectas (León y Viteri, 2003). Para la unión de los injertos en hortalizas se pueden utilizar diferentes materiales que contribuyen a la cicatrización de los tejidos. Para este fin se dispone de gran cantidad de materiales, desde los clips, parafina, hasta las cintas de goma o polietileno, de uso común en la actualidad, cuya elasticidad permite un buen ajuste entre las partes injertadas sin una excesiva presión y con un adecuado aislamiento del aire y del agua (Valentini, 2003).

En Japón y Corea el injerto de plantas hortícolas es muy común, lo que ha originado un desarrollo tecnológico importante incorporando equipos robotizados para injertar con un mínimo de mano de obra en el proceso (Kurata, 1994; Lee, *et al.*, 1998). En Nicaragua las empresas e instituciones no han desarrollado la técnica del injerto, ni experimentos para determinar las prácticas óptimas para la producción con plantas injertadas.

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que hasta la actualidad no hay estudios de injerto de tomate en Nicaragua, este trabajo tuvo el propósito de evaluar dos tipos de sujetadores que garanticen el éxito del proceso de injertación.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos General

- ✓ Evaluar la efectividad de dos tipos de sujetadores en el proceso de injertación en etapa de semillero en tres genotipos de tomate (*Solanum* sp. L) bajo condiciones de cámaras de recuperación y aclimatación en el Centro Experimental las Mercedes UNA, 2019.

### 2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Cuantificar la altura y el diámetro de las plántulas óptimas para el proceso de injertación.
- ✓ Determinar el porcentaje de éxito del injerto, utilizando dos tipos de sujetadores (cinta de goma y clip).
- ✓ Evaluar el efecto de los sujetadores (cinta de goma y clip) en la combinación de un patrón y dos vástagos de tomate en el proceso de injertación.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación de la zona de estudio

El estudio se realizó en el Centro Experimental las Mercedes-UNA, ubicada en el km 11 carretera norte entrada al nuevo CARNIC 800m al lago, municipio de Managua, Nicaragua, con coordenadas geográficas 12°08'05" latitud norte y 86°09'22" longitud Oeste a 56 msnm. El ensayo se estableció en el período de enero a febrero del 2019. La temperatura promedio de la zona es de 32.7°C, con una precipitación de 1400-1450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 7 m/s (INETER, 2018).

#### 3.2. Material genético

El material genético utilizado fueron tres genotipos de tomates (*Solanum* sp. L), dos vástagos correspondientes a un AVTO 1032 y el híbrido Shanty, y la variedad Sakata utilizada como patrón desarrollada con el propósito de presentar resistencia a plagas del suelo.

La variedad de tomate Sakata es desarrollada por la empresa SAKATA SEED, esta variedad presenta buen vigor y dentro de las características que sobresalen para su potencial como porta injerto es que posee resistencia a hongos como *fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*, *Passalora fulva*, *Stemphylium solani*, *Verticillium dahliae*, al virus del mosaico del tomate (*Tomato mosaic virus*), Virus del rizado amarillo del tomate (*Tomato yellow leaf curl virus*) y al nematodo *Meloidogyne incognita* (SAKATA SEED, s.f.).

El otro genotipo es el tomate Shanty desarrollada por Hazera Seeds®, este es un tomate de crecimiento determinado se utiliza para uso en industria, pero con características adecuadas para su uso en consumo fresco. Presenta características de resistencia a virosis. Se distingue por ser una planta fuerte y productiva, adaptable a diferentes fechas de siembra con capacidad para tolerar condiciones climáticas extremas (Hazera Genetics, 2012).

La variedad AVTO1032 originaria del Centro de Investigación y Desarrollo de Vegetales Asiáticos (AVRDC, siglas en inglés) presenta un crecimiento determinado, con frutos medianos de forma cuadrados redondos. Según los estudios realizados en el proyecto Semillas Esperanza posee resistencia al patógeno del marchitamiento por *fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*.

**Cuadro 1.** Descripción de los genotipos que se utilizaron en el estudio

<b>Número</b>	<b>Código</b>	<b>Característica</b>	<b>Procedencia</b>
1	1032	Vástago	AVRDC (Taiwán)
2	Sakata	Patrón	Sakata Seeds
3	Shanty	Vástago	Hazera Seeds

### 3.3. Diseño metodológico

El diseño experimental consistió en un diseño completamente al azar (DCA), con un arreglo bifactorial, con 4 tratamientos y 3 observaciones en cámara de recuperación y aclimatación. El ensayo se estableció el 7 de febrero del 2019, se dividieron los tratamientos en 4 bandejas, cada bandeja era una observación con un total de tres replicas por tratamiento. Se obtuvo una muestra por tratamiento de 17 plantas injertadas. Por cada tratamiento se registraron datos cuantitativos como altura de plántula, número de hojas de las plántulas, diámetro de la plántula y porcentaje de éxito del injerto.

### 3.4. Descripción de los tratamientos

Para la realización del ensayo se utilizaron los tratamientos que se describen en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos a evaluar en el estudio

<b>Tratamientos</b>	<b>Genotipos</b>
T1	Sakata injertado con Shanty y Cinta de goma
T2	Sakata injertado con AVTO1032 y Cinta de Goma
T3	Sakata injertado con Shanty y Clip
T4	Sakata injertado con AVTO1032 y Clip

### 3.5. Manejo del ensayo

#### 3.5.1. Construcción del área de las cámaras de recuperación y aclimatación

Se realizó la construcción de la caseta para las cámaras de recuperación y aclimatación en la Finca las Mercedes, ocupando un area total de 18.6 m<sup>2</sup> con una altura de 2.25 m, utilizando los siguientes materiales: postes, alambre de púa, grapas, plastico negro (techo) y cabuya (Figura 1).



**Figura 1.** Materiales para la construcción de la caseta para las cámaras de recuperación y aclimatación.

Para la construcción de las cámaras de recuperación y aclimatación, se utilizó una mesa de tubo galvanizados con una altura de 1.20 m, 1.20 m de ancho y 2.40 m de largo, cubierto con laminas de nicalit que sirven para sostener las bandejas de los injertos (Figura 2).



**Figura 2.** Mesa de tubos galvanizados (sección A) y laminas de nicalit (sección B) para construir cámaras de recuperación y aclimatación.

La cámara se dividió en dos áreas iguales de 1.20 m. La primera parte fue el área de recuperación (figura 3), la cual se cubrió con una manta color blanca de tela dacron, para colocar la manta se utilizó una estructura de de tuvos PVC de 12 mm en forma de arco con una altura de 40 cm desde la parte plana de la mesa, el objetivo de la manta era proteger a la planta manteniendo la temperatura y la humedad simulando un ambiente controlado. Dentro del area de recuperación se estableció un marco con tubo PVC de ¾ pulgadas para tener una especie de bordeado, luego se cubrió con un plastico transparente simulando un estanque, se le agrego carbón en trocitos para posteriormente aplicar una lamina de agua de 16 litros, el objetivo del carbón era mantener la humedad y evitar el contacto directo de las bandejas con el agua.



**Figura 3.** Area de recuperacion cubierta con tela dacron (seccion A), estructura de tubos PVC en forma de arco (seccion B), lamina de agua con carbon (seccion C) y colocacion de bandejas evitando el contacto directo con el agua (seccion D).

La segunda parte fue el área de aclimatación (Figura 4), esta se cubrió con una tela de Agribon, se utilizó la misma estructura de tubo PVC y la misma altura de 40 cm desde la parte plana de la mesa.



**Figura 4.** Área de aclimatación cubierta con tela Agribon.

### **3.5.2. Establecimiento del semillero**

Para llevar a cabo este experimento se estableció un semillero con los genotipos de tomate en estudio. Para la siembra del semillero se utilizaron bandejas de polietileno de 105 orificios, las cuales se lavaron con agua potable y se desinfectaron con cloro a una concentración de 300 ml de cloro por 20 litros de agua. Para la siembra se utilizó el sustrato comercial Humus de lombriz y kekkilla en una proporción de 30% de humus de lombriz y 70% de Kekkilla, en cada bandeja se depositó 1 semilla por orificio a una profundidad de 0.5 cm. Una vez sembradas las bandejas se cubrieron con papel periódico y bolsas plásticas y se colocaron en un cuarto bajo oscuridad durante dos días para acelerar el proceso de germinado (Figura 5).



**Figura 5.** Llenado de bandejas con el sustrato preparado (sección a), bandejas cubiertas con papel periódico y bolsa plástica (sección b y c), proceso de pre germinación de patrones y vástagos en cuarto oscuro (sección d).

### 3.5.3. Etapa de post germinado

Una vez germinadas se colocaron en una pequeña casa malla para su posterior crecimiento. Para evitar la deshidratación se aplicó riego dos veces al día, en horas de la mañana y la tarde. El manejo agronómico en el semillero consistió en la aplicación de fertilizante foliar TACRE ENRAIZADOR (10-52-11 + Elementos Menores) y KALEX ( $\text{KH}_2\text{PO}_3$ ) una vez por semana.

### 3.6. Descripción de los materiales para injerto

La cinta de goma que se utilizó para los injertos en tomates es de color amarilla y tiene un diámetro de 2.5 mm, en el cual solo se introducen las plantas a injertar. Una de las ventajas que tiene el material es que al momento del trasplante no es necesario quitar la cinta de goma, dado que se degrada por los factores ambientales (Nienhuis, J. 15 dic. 2016. Ventaja de la cinta de goma en los injertos. (mesa redonda). Universidad de Wisconsin, Estados Unidos).

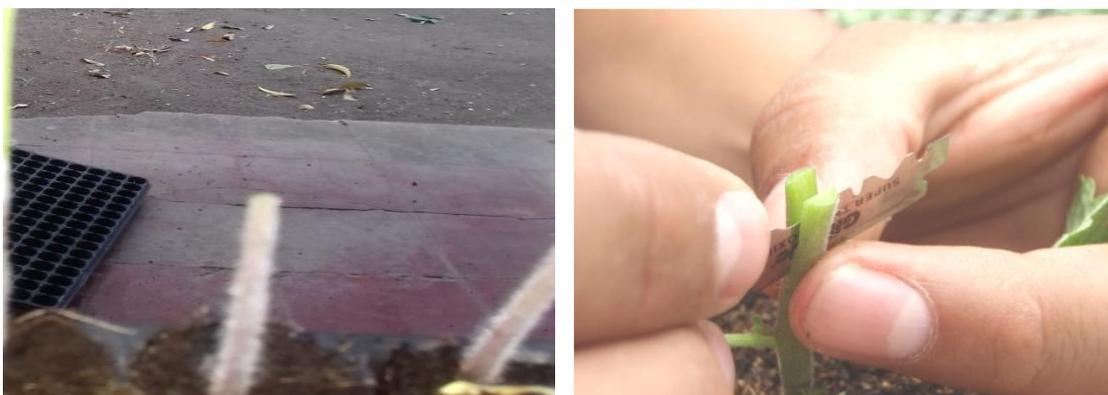
**Nota:** Referencia bibliográfica de conversación personal.

El otro material es un clip que funciona como un prensador, y su función es dar sostén en la parte injertada, este material si debe retirarse al momento de trasplantarse.

### 3.7. Descripción del proceso de injerto

El proceso de injertación se efectuó 30 días después de la germinación una vez que se obtienen diámetros similares del patrón y el vástago (Godoy y Castellano, 2009). Para el injerto de púa, los diámetros recomendados son de 2.00 a 2.50 mm (Bumgarner y Kleinheiz, 2013). Para la realización del injerto fue importante la desinfección del área de trabajo, manos, cuchillas, cintas de goma y clips, para la cual se utilizó  $C_2H_5OH$  (alcohol).

El tipo de injerto fue de púa, el cual consiste en hacer un corte transversal a la mitad de la plántula utilizada como patrón y luego se realiza un corte hacia abajo por el centro del tallo con una longitud de 1-1.5 cm (Figura 6). Al vástago se le realiza un corte en forma de cuña de 1-1.5 cm de largo (Figura 7). El vástago se introduce en el portainjerto de modo que las partes de las superficies cortadas queden en contacto (Lee y Oda, citado por Velasco 2013).



**Figura 6.** Corte recto trasversal realizado en una planta de tomate utilizada como patrón.



**Figura 7.** Cortes longitudinales opuestos e inclinados en forma de púa, realizado en una plántula de tomate como vástago para el injerto.

Para darle soporte se utilizaron los sujetadores cinta de goma y clip (Figura 8), de modo que se insertaran de la mejor forma posible, así aumentarían las posibilidades de prendimiento por alineación de los cambiums (Santoro 1999). Según Dinamarca (2001), a pesar de que exista cicatrización y comience el crecimiento y desarrollo de la variedad, una unión tan escasa no permitiría el movimiento suficiente del agua, produciendo una obstrucción con posterior colapso de la planta.



**Figura 8.** Colocación del vástago con corte de púa entre el corte del patrón para realizar el injerto de las plantas de tomate. Soporte con el sujetador clip (sección A) y soporte con el sujetador cinta de goma (sección B).

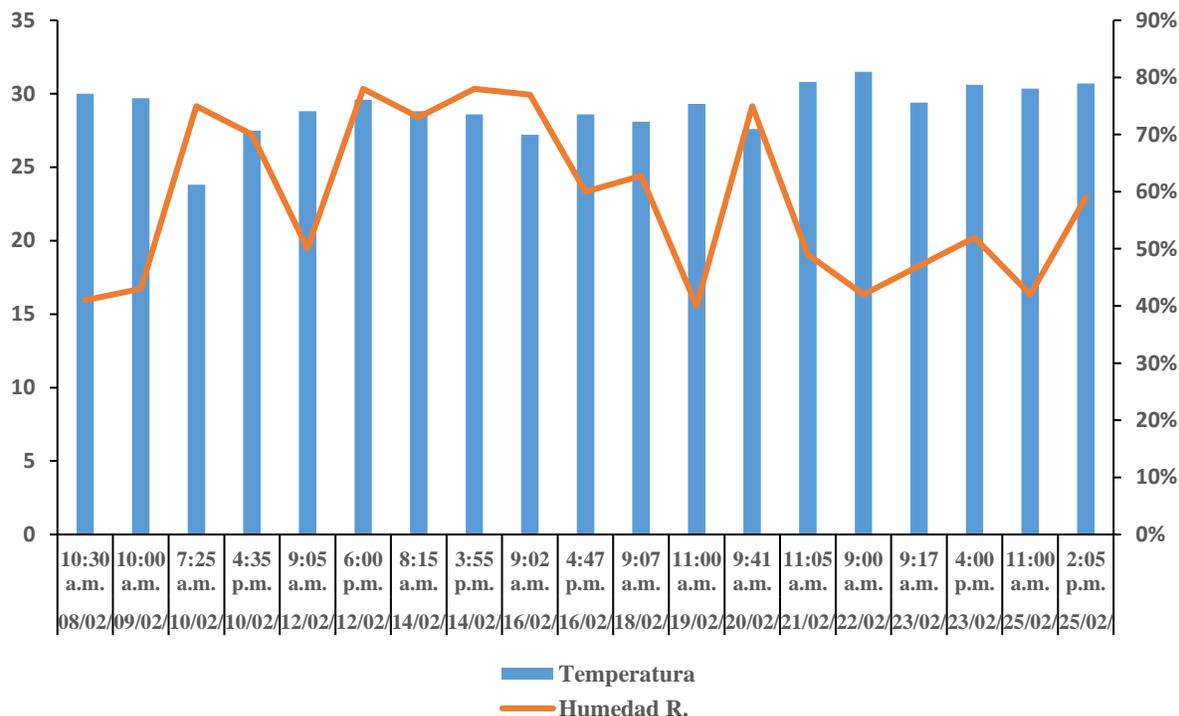
Una vez realizado el injerto se cortaron las hojas laterales de los vástagos dejando solamente un par de hojas cerca del meristemo, técnica utilizada con el objetivo de proporcionarle a la planta un ahorro de energía debido al proceso de estrés por la cual fue sometida (Vega, 2017 y Velasco 2013). Una vez realizado el injerto se llevó a una cámara de recuperación y aclimatación.

### **3.8. Temperatura y humedad relativa registradas en las cámaras de recuperación y aclimatación**

En la unión del injerto es importante la temperatura porque tiene un marcado efecto en la formación del tejido del callo (células que cubren una herida) y la diferenciación de nuevos haces vasculares; entre 4°C - 32°C, la producción del callo aumenta linealmente con la temperatura. Con temperaturas sobre 29°C se obtiene una producción abundante de tejido calloso de tipo suave que se daña fácilmente, por otra parte, a menos de 20°C la formación de callo es lenta y bajo los 15°C, se inhibe totalmente, la temperatura óptima durante la fase de unión es de 25°C - 28°C. El contenido de humedad del aire es muy importante para la unión del injerto, debido a que las células de parénquima que forman el tejido del callo son de paredes delgadas y sensibles a la deshidratación. Por lo tanto, contenidos de humedad del aire menor que el punto de saturación inhiben la formación del callo y aumentan la tasa de desecación de las células. La presencia de una película de agua sobre la superficie de encalecimiento es más estimulante que mantener 100% la humedad relativa (Hartmann *et al.* Citado por Contreras 2014).

A continuación se observan los datos de temperaturas y humedad relativa en horas de la mañana y de la tarde que se registraron dentro de las cámara de recuperación y aclimatación por medio de un aparato llamado higrómetro (Figura 9).

### Apartir de 1 DDI a 15 DDI



**Figura 9.** Datos de temperatura y humedad relativa registrados durante los 15 días después de injertado (DDI) dentro de la cámara de recuperación y aclimatación, en el Centro Experimental las Mercedes, 2019.

### 3.9. Variables evaluadas

**3.9.1. Diámetro del tallo de las plántulas germinadas (mm):** Las mediciones se realizaron a la altura de las hojas cotiledóneas, utilizando un pie de rey, a los 25 días después de la germinación (Bumgarner y Kleinhenz 2013).

**3.9.2. Alturas de plántulas germinadas (cm):** Las mediciones se realizaron desde la base hasta el último entrenudo de la planta, utilizando una regla de 30 centímetros, a los 25 días después de la germinación (Velasco 2013).

**3.9.3. Porcentaje de éxito del injerto:** Se realizó a los 7 días después de injertadas, contando la cantidad de plantas vivas en relación con el número total de plántulas injertadas (Guato, 2013).

$$\text{PEI} = \frac{\text{Numero de plantulas injertadas vivas}}{\text{Total de plantulas injertadas}} \times 100$$

**PEI:** Porcentaje de Éxito del Injerto.

**3.9.4. Altura de plántulas después de injertada, AP (cm):** El dato se registró en un solo momento a los 12 días de establecido el injerto. Midiendo desde la base hasta el ápice de la planta, con una regla de 30 centímetro (Espinoza 2013). Se utilizaron 17 plantas por tratamientos.

**3.9.5. Número de hojas por plántulas después de injertada, NHP:** Se contabilizaron todas las hojas de las plántulas injertadas en un solo momento a los 15 días de establecido el injerto (Velasco 2013). Se utilizaron 17 plántulas por tratamientos.

**3.9.6. Diámetro del tallo de plántulas después de injertada (mm):** El dato se registró en un solo momento los 15 días de establecido el injerto, a la altura de las hojas cotiledóneas, con ayuda de un pie de rey, Velasco (2013). Se utilizaron 17 plantas por tratamientos.

### **3.10. Analisis de datos**

Los datos fueron evaluados a través del análisis de varianza ANDEVA y la separación de medias por prueba de rangos múltiples de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ), se utilizó el programa INFOSTAT versión 2016.

### 3.11. Modelo estadístico

El modelo aditivo lineal es un diseño completamente al azar (DCA) en un arreglo bifactorial.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, a$  = niveles del factor A

$j = 1, 2, 3, \dots, b$  = niveles del factor B

$k = 1, 2, 3, \dots, n$  = observaciones

$Y_{ijk}$  = La k-ésima observación del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Estima a la media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

$\beta_j$  = Efecto debido al j-ésimo nivel del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de interacción entre los factores A y B

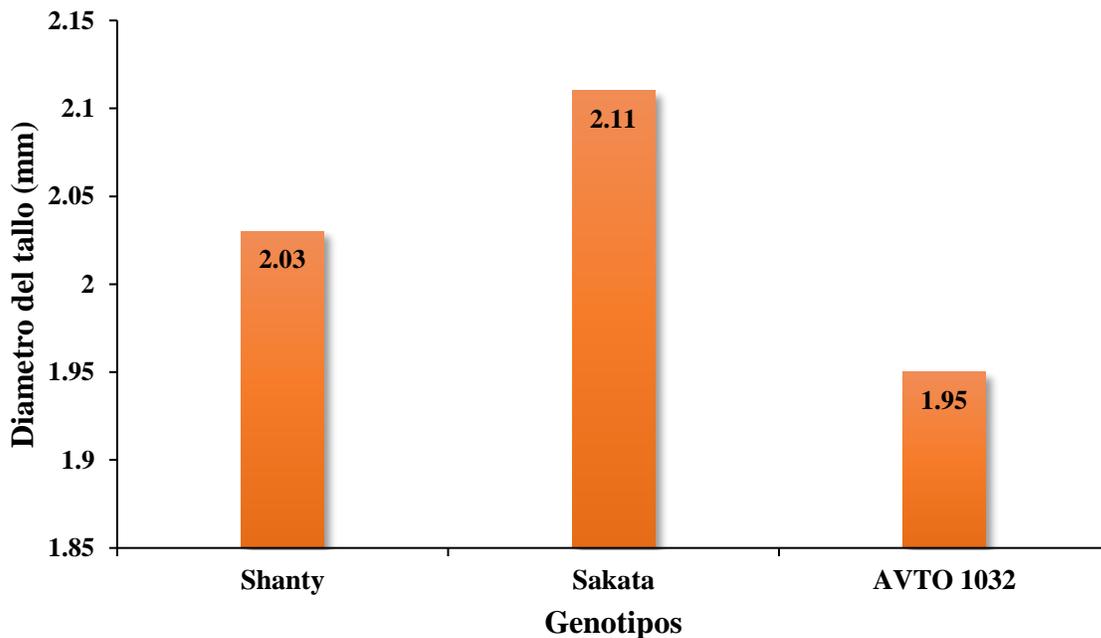
$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio de variación

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Diámetro del tallo de las plántulas germinadas

Los injertos exitosos tienden a producirse de manera más eficiente cuando los diámetros del tallo de las plántulas del vástago y del patrón son similares, además, las plántulas no deben ser ni muy jóvenes ni muy leñosas cuando se las injertan (Bumgarner y Kleinhenz 2013), de lo contrario, la herida del injerto tardará más tiempo en sanar (McAvoy, 2005).

El comportamiento de los genotipos en cuanto a la variable diámetro del tallo de las plántulas germinadas fue el siguiente (Figura 10). Shanty presentó 2.03 mm de diámetro, en Sakata se observó un diámetro de 2.11 mm y AVTO 1032 presentó un diámetro de 1.95 mm.



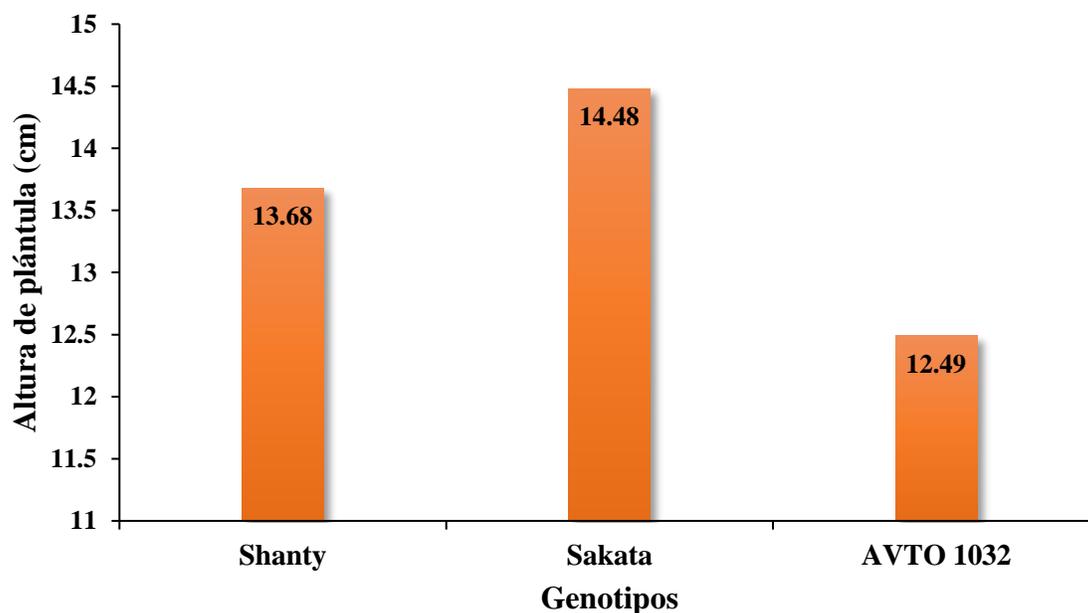
**Figura 10.** Promedio del diámetro de tallo de plántulas de tomate (*Solanum* sp. L) a los 25 días de germinadas, Centro Experimental las Mercedes, 2019.

\*DAI: Días Antes de Injertar.

## 4.2. Altura de plántulas germinadas

La altura de las plantas es de gran importancia en el crecimiento y desarrollo del cultivo, da como resultado la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes adquiridos durante la fotosíntesis, los que a su vez son dirigidos al fruto y al resto de sus partes vitales (Tijerino y Vásquez, 2014).

El comportamiento de los genotipos en cuanto a la variable altura de plántulas germinadas fue el siguiente (Figura 11). Shanty presentó una altura de 13.68 cm, en Sakata se observó una altura de 14.48 cm y AVTO 1032 presentó una altura de 12.49 cm.



**Figura 11.** Promedio de la altura de plántulas de tomate (*Solanum* sp. L) a los 25 días de germinadas, Centro Experimental las Mercedes, 2019.

\*DAI: Días Antes de Injertar.

## 4.3. Porcentaje de éxito del injerto

La evaluación sobre el porcentaje de éxito del injerto en hortalizas permite calcular el tiempo que tarda en establecerse la continuidad vascular entre portainjerto/injerto; este último evento se procura que sea rápido, pues una vez dada la conexión del tejido vascular se inicia la conducción de agua, nutrimentos y sustancias orgánicas al injerto y viceversa, y así la nueva

planta puede reanudar su crecimiento y desarrollo, además se dispone a tomar la decisión para realizar el trasplante (Turquois y Malone, 1996).

De acuerdo al análisis de varianza para esta variable, no se encontró diferencias significativas en los factores genotipos y sujetadores, a los 7 días posteriores al proceso de injertación. Además, no hubo interacción entre ambos factores (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedios de porcentaje de éxito del injerto en el cultivo de tomate, a los 7 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.

<b>Factores</b>	<b>7 ddi*</b>
<b>Genotipos</b>	
Sakata con Shanty	54.40 a
Sakata con AVTO 1032	42.80 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.3805
<b>Sujetadores</b>	
Cinta de goma	59.00 a
Clip	38.20 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.1405
<b>CV (%)</b>	43.67

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

\*: días después de injertado.

Los resultados coinciden con lo reportado por Espinoza (2013) el cual evaluó dos ensayos en condiciones de vivero para el cultivo de tomate en Santiago de Chile, para la variable porcentaje de éxito tomada a los 12 días no existieron diferencias significativas, utilizando variedades como patrones (Maxifort y Emperador) y vástagos (DRW 7680 y Adrale), tampoco influyo significativamente para la interacción entre los patrones y los vástagos (Maxifort con Adrale, Maxifort con DRW, Emperador con Adrale, Emperador con DRW), obteniendo un mayor porcentaje de éxito en el tratamiento 1 con la combinación (Maxifort/DRW 7680) con un 95,84%; mientras que en el tratamiento 2 fue la combinación (Emperador/Adrale) con un 60,41%.

La tasa de éxito del injerto en este estudio mostró valores cercano al 60% los que se pueden calificar como bajos comparados con los obtenidos por (Espinoza 2013) y (Guato 2013),

quienes obtuvieron hasta 96% y 92% de éxito en sus experimentos. Posiblemente los resultados estuvieron influenciados por las condiciones climáticas tanto la temperatura y humedad, así como la falta de oxígeno, incompatibilidad entre patrón y cultivar, además de la falta de experiencia del injertador. Santoro (1999), señala que la incompatibilidad puede deberse a múltiples variables como condiciones ambientales adversas, incorrecta temperatura y humedad, diferencia de genes de cada variedad, ausencia de oxígeno e inhabilidad del injertador, siendo estas tres últimas características las que podrían haber afectado el resultado final de los valores. Lo cual es reafirmado por (Hartmann *et al*, 1990), señalan que entre los factores que inciden en la tasa de éxito de sobrevivencia está la compatibilidad entre patrón y cultivar, la cual está relacionado con la afinidad genética entre ambas partes, lo cual la incompatibilidad suele presentarse con ciertos síntomas como alto porcentaje de fallos en el injerto, amarillamiento del follaje, a veces defoliación, escaso crecimiento, muerte de las plantas, senescencia, diferencias marcadas en la tasa de crecimiento de ambas partes, desarrollo excesivo de la unión o ruptura por la unión del injerto.

En otro estudio realizado por Guato (2013), mostró que estudiando esta variable a los 30 días bajo condiciones de campo para el cultivo de tomate en Ecuador, en relación a la interacción patrón con vástago (Palo bobo con amarillo gigante, ashpa naranjilla con amarillo gigante y palo blanco con amarillo gigante), si existe diferencia significativa. El mayor porcentaje de éxito del injerto se observó en el tratamiento injertado sobre portainjerto Palo bobo con promedio de 92.06%, le sigue el tratamiento injertado sobre portainjerto Palo blanco con promedio de 88.89%, que compartió el primero y segundo rango, mientras que, el tratamiento injertado sobre portainjerto ashpa naranjilla con promedio 79.36%, ubicado en el último lugar en la prueba.

#### **4.4. Altura de las plántulas después de injertada**

El análisis de varianza para esta variable encontró diferencias significativas para el factor genotipos a los 12 días posteriores a la realización del injerto. No obstante, no se encontraron diferencia significativas para el factor sujetadores, como tampoco para la interacción entre ambos factores (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Promedios de altura de las plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 12 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Factores</b>	<b>12 ddi</b>
<b>Genotipos</b>	
Sakata con Shanty	18.53 a
Sakata con AVTO 1032	15.55 b
<b>Pr &gt; f</b>	0.0181
<b>Sujetadores</b>	
Cinta de goma	17.42 a
Clip	16.67 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.4490
<b>CV (%)</b>	9.41

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

Los valores de altura de plántulas obtenidos en este estudio, variaron entre 14 y 18 cm, siendo el tratamiento 1 (Sakata / Shanty con cinta de goma) quienes obtuvieron mayor altura con 18.6 cm, y el tratamiento 4 (Sakata / AVTO 1032 con Clip) el valor de 14.7 cm de altura.

Los resultados obtenidos en estudio para la variable altura de la planta después de injertado, coinciden con lo obtenido por (Bucco y Berardo 2017), quienes realizaron un ensayo de injertos con el cultivo de tomate en condiciones de invernadero en la Plata, Argentina. Señalan que midiendo la variable semanalmente después de injertado, para la combinación del híbrido Yígido (vástago), injertado sobre el patrón Beaufort, no manifestó diferencias significativas, con un promedio de altura a los 18 días después de injertado de 18 y 19 cm. Este estudio es reafirmado por (Martínez *et al*, 2016), quien mostró que utilizando el híbrido Elpida (vástago) injertado sobre Efialto (patrón), presento igual comportamiento agronómico para la altura de la planta, no mostrando diferencia significativa.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Mohammed *et al*. (2009), quienes realizaron un ensayo de injertos con el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, al noreste de Arabia Saudita. Mostraron en su experimento que utilizando como patrones las variedades (Beaufort, He-man y semillas locales de tomate de agricultores Sirios), y como

vástago Cecilia F1, alcanzaron alturas variables en las primeras etapas de crecimiento mostrando significancia en las semanas 2, 3 y 4.

#### 4.5. Número de hojas por plántulas después de injertada

El número de las hojas es una característica varietal y va a depender de la interacción genotipo ambiente; otros factores determinantes en esta variable como, sanidad, sustrato y nutrición del injerto, vientos, humedad, temperatura y el manejo agronómico del cultivo son factores determinantes para obtener los resultados deseados por el agricultor (González y Hernández, 2014). El número de hojas puede aumentar en plantas injertadas, debido a la aclimatación de las plántulas recién injertadas y por el vigor que el portainjerto proporciona a la planta (Oda *et al.*, 2003). Es decir que el tamaño de la hoja aumenta con el uso del portainjerto, por el vigor que le confiere a la planta, por lo tanto se incrementa el área foliar (Na *et al.*, 2012; Barrett y Zhao, 2012).

Al realizar el análisis de varianza para esta variable, no se encontró diferencias significativas a los 15 días después de injertado en los factores genotipos y sujetadores, como tampoco influyó en la interacción de ambos factores (Cuadro 5). Obteniendo un coeficiente de variación de 35.41%.

**Cuadro 5.** Promedios de número de hojas por plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 15 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Factores</b>	<b>15 ddi</b>
<b>Genotipos</b>	
Sakata con Shanty	7.33 a
Sakata con AVTO 1032	8.83 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.3991
<b>Sujetadores</b>	
Cinta de goma	7.83 a
Clip	8.33 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.7725
<b>CV (%)</b>	35.41

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

Los resultados coinciden con los obtenidos por Mohammed *et al.* (2009), quienes no encontraron diferencias significativas para el número de hojas en las primeras semanas en tres injertos utilizando patrones de variedades locales de tomate en Siria.

Otro estudio realizado por Martínez (2009) quien estableció un ensayo de injertos con el cultivo de tomate en campo experimental en Santa Cruz Xoxocotlán, México, los resultados del ensayo concuerda con nuestros resultados, para la variable número de hojas del injerto tomada a los 8 días, utilizando variedades (Toro y Cid) como vástagos y variedades silvestres (*L. cerasiforme* y *L. pimpinellifolium*) como patrones, no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas.

Esta información es sustentada también por Bucco y Berardo (2017), quienes realizaron un ensayo con la combinación del híbrido Yígido (vástago), injertado sobre el patrón Beaufort, donde para la variable número de hojas tomada de la semana 2 hasta la semana 8, no se encontraron diferencia significativas.

Los resultados muestran que el promedio de números de hojas por tratamiento fue de 7 a 9. Cabe señalar que a pesar de haber alcanzado un promedio de 9 unidades foliares como máximo por parte de las plántulas pertenecientes al tratamiento 4 (Sakata / AVTO 1032 con clip) al finalizar el ensayo. Sin embargo, sería recomendable, evaluar esta variable en un período de mayor tiempo al evaluado en nuestro experimento, ya que Grubinger (2009), sugiere que se necesitan de 10 a 12 hojas completamente expandidas para captar la luz solar y alimentar una planta de tomate. Dato que puede ser utilizado para continuar con estudios posteriores una vez que el cultivo ya esté establecido.

#### **4.6. Diámetro del tallo de plántulas después de injertada**

El diámetro observado para los tratamientos evaluados tuvo un promedio general de 2.71 mm. De acuerdo al ensayo realizado por (Martínez 2009), mostro que injertando los vástagos Toro y Cid en los patrones *L. cerasiforme* y *L. pimpinellifolium*, el diámetro observado en la combinación (Toro / *L. cerasiforme*) fue de 2 mm, para la combinación (Cid / *L. cerasiforme*) fue de 2.6 mm, para la combinación (Toro / *L. pimpinellifolium*) fue de 2 mm y para la combinación (Cid / *L. pimpinellifolium*) fue de 2 mm. Haciendo la comparación con este

estudio el diámetro del tallo de las plántulas después de injertado es considerado alto, tomando en cuenta la diferencia de días en la que hicimos las mediciones.

Al realizar el análisis de varianza para esta variable no se encontró diferencias significativas a los 15 días después de injertado, en los factores genotipos y sujetadores, como tampoco influyó en la interacción de ambos factores (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Promedios de diámetro de tallo de plántulas después de injertado en el cultivo de tomate, a los 15 días después del proceso de injertación, Centro Experimental las Mercedes, 2019.

<b>Factores</b>	<b>15 ddi</b>
<b>Genotipos</b>	
Sakata con Shanty	2.64 a
Sakata con AVTO 1032	2.79 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.4014
<b>Sujetadores</b>	
Cinta de goma	2.71 a
Clip	2.72 a
<b>Pr &gt; f</b>	0.9234
<b>CV (%)</b>	10.60

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

Estos resultados coinciden con lo planteado por Espinoza (2013) encontrando que en la variable diámetro del tallo tomada a los 12 días, utilizando variedades como patrones (Maxifort y Emperador) y vástagos (DRW 7680 y Adrale), según el análisis de varianzas para el parámetro diámetro estimado sobre la unión de ambas partes, no se registró interacción entre patrones y cultivares ni diferencias significativas entre tratamientos. Lo cual es reafirmado por Guato (2013), quien tampoco encontró diferencia estadística en el diámetro del tallo al injertar la variedad Amarillo gigante como vástago sobre los patrones (Palo bobo, Palo blanco y Ashpa naranjilla) tanto en los injertos desarrollados sobre portainjerto Palo bobo, como sobre portainjerto Palo blanco y portainjerto Ashpa naranjilla.

## V. CONCLUSIONES

Los genotipos de tomate Shanty, Sakata y AVTO1032 mostraron altura óptimas de 13.6 cm, 14.4 cm y 12.4 cm respectivamente, y el diámetro del tallo de los genotipos Shanty y Sakata mostraron diámetros óptimos de 2.03 mm y 2.11 mm, a los 25 días de germinados.

El porcentaje de éxito en el injerto en tres genotipos de tomate no presentó diferencias significativas al utilizar los dos tipos de sujetadores en el proceso de injertación.

Los sujetadores utilizados en el proceso de injertación influyeron únicamente en la variable altura de plántulas ya que presentó diferencia significativa. En cambio, en las variables número de hojas y diámetro de tallo en las plántulas injertadas no presentaron diferencias significativas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Utilizar el sujetador cinta de goma en experimentos que se realicen en etapa de campo por el motivo de costos, ya que este material es más accesible que el sujetador clip, además, que es biodegradable, factor que es importante tomar en cuenta en el momento del trasplante.

## VII. LITERATURA CITADA

- Abdelmageed, AH; Gruda, N. 2009. Influence of grafting on growth, development and some physiological parameters of tomatoes under controlled heat stress conditions (en línea). *European Journal of Horticultural Science* 74(1):16-20.
- AVRDC. The World Vegetable Center P.O. Box 42, Shanhua; Tainan, Taiwán (en línea). Consultado 9 de oct. 2019. Disponible en <http://www.avrdc.org>
- Barrett, CE; Zhao, X. 2012. Grafting for root-knot nematode control and yield improvement in organic heirloom tomato production. *HortScience* 47(5): 614-620.
- Bekhradi, F; Kashi, AK; Delshad, M. 2009. Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of 'Charleston Gray' watermelon (en línea). *International Journal of Plant Production* 5(2):105–110.
- Bucco, NN; Berardo, JM. 2017. Productividad de plantas injertadas de tomate conducidas a 2 y 4 ramas y cultivadas en un suelo infestado de nematodos (en línea). Buenos Aires, Argentina, UNLP. 25p. Consultado 13 de mayo. 2019. Disponible en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63581/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63581/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Bumgarner, N; Kleinhenz, M. 2013. Grafting guide: pictorial guide to the cleft and splice graft methods as applied to tomato and pepper. Department of Agriculture. Ohio University. Ohio, USA. 78p.
- De Miguel, A; Maroto, JV. 2007. Introducción en Injerto de hortalizas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. España. Cap 1: 17-19.
- Dinamarca, A. 2001. Evaluación de técnicas de injertación y patrones para sandía. Memoria Ingeniero Agrónomo. Quillota, Chile: Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 56h. Consultado 7 de mayo. 2019.
- Espinoza G, CA. 2013. Injerto de plantines comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum*): evaluación de combinaciones portainjerto/cultivar en dos estados fenológicos. Tesis Ing. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 40p. Consultado 7 de mayo. 2019.
- Godoy, H; Castellanos, JZ. 2009. El injerto en tomate: Manual de producción de tomate en invernadero. JZ Castellanos. Intagri. Guanajuato, México. 458 p.
- Grubinger, V. 2009. Grafting greenhouse tomatoes. Vegetable and Berry Specialist. University of Vermont Extension. (En línea). Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://www.uvm.edu/vtvegandberry/factsheets/graftingGHtomato.html>
- Guato Yupanqui, MV. 2013. evaluación de tres patrones en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendtn) (en línea). Tesis Ing. Ambato, Ecuador, UTA. 99 p.

- Hartmann, HT; Kester, D. y Davis, P. 1990. *Plant Propagation: Principles and Practices*, 5th ed. NJ, Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 647p. Consultado el 09 de Septiembre. 2019. Disponible en <https://trove.nla.gov.au/work/6862691>
- Hartmann, HT; Kester, DE; Davies, FT; Geneve, RL. 2002. *Plant propagation, principles and practices*. Prentice Hall. 411-460.
- Hazera Genetics. 2012. *Variedades de jitomate determinado* (en línea). MX. Consultado 21 Mar. 2019. Disponible en <http://www.hazera.mx/tag/shanty/>
- Holbrooke, N; Shashidhar, V; James, R; Munns, R. 2002. Stomatal control in tomato with ABA-deficient roots: response of grafted plants to soil drying. *Journal of Experimental Botany* 53(373): 1503-1514.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2018. *Datos meteorológicos y geográficos*. Managua, Nicaragua.
- Johnson, S; Miles, C; Kreider, P; Roozen, J. 2011. *Injerto de Verduras: berenjena y tomate* (en línea). Publicación de la Extension de la Universidad Estatal de Washington FS052E. <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/FS052ES/FS052ES.pdf>
- Kubota, Ch; McClure, MA; Kokalis-Burelle, N; Rosskopf, EN. 2008. *Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America* (en línea). *HortScience* 43(6):1664-1669.
- Kurata K. 1992. *Transplant production robots in Japan*, In: K. Kurata and T. Kozai (Eds.) *Transplant production system*. Kluwer Academic Publishers, Yokohama, Japan. p. 313-329.
- Kurata, K. 1994. *Cultivation of grafted vegetables II. Development of grafting robots in Japan* (en línea). *HortScience* 29(4):240-244.
- Lee JM; M Oda (2003) *Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops*. In: *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons. Vol. 28. USA, New York. 478 p.
- Lee, JM. 1994. *Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits* (en línea). *HortScience* 29(4):235-239.
- Lee, JM; Bang, HJ; Ham, HS. 1998. *Grafting of vegetables*. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 67(6):1098-1104.
- León, J. y Viteri, P. 2003. *Informe Técnico Final. Proyecto IQ CV 008: Generación y Difusión de alternativas tecnológicas para mejorar la productividad de Tomate y Babaco en la sierra ecuatoriana*. INIAP – PROMSA. Quito. 138 p.
- León-Gallegos, H. 2006, *Manual para el Cultivo de Tomate en Invernadero*. pp. 110-115 2da. Ed.
- López-Martin, L; Gálvez, A; González, A. 2009. *Agronomic behaviour of grafted sweet pepper grown in greenhouse in Mediterranean area*. *Acta Hort.* 807:655- 660.

- MAGFOR, 2007. (Ministerio Agropecuario y Forestal). Área cosechada, rendimientos y Producción de hortalizas a nivel nacional. Ciclo agrícola de 1999-2005. Estudio preliminar. Managua, NI.
- Martínez P, M. 2009. Evaluación de métodos de injertación en genotipos de tomate (*Lycopersicon spp*). Tesis MsC. Oaxaca, México, Instituto Politécnico Nacional. 75p.
- Martínez, S; Garbi, M; Morelli, G; Somoza, J; Grimaldi, M.C; Cerisola, C. y Perelló, L. 2016. Conducción a dos, tres y cuatro ramas de Tomate Yígido injertado en diferentes porta injertos. Horticultura Argentina 35(88):82.
- McAvoy, R. 2005. Grafting Techniques for Greenhouse Tomatoes (en línea) Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/factsheets/grafting-techniques-for-greenhouse-tomatoes>
- Mohammed, SMT; Humidan, M; Boras, M; Abdalla, OA. 2009. Efecto del injerto de tomate en diferentes portainjertos sobre el crecimiento y la productividad en condiciones de invernadero (en línea). Revista asiática de investigación agrícola 3:47-54.
- Na L, BZ; Li, H; Jing, L; Bo, Z. W; Min. 2012. Biological characteristics of grafted eggplant on tomato rootstocks. Afr. J. Agric. Res 7(18): 2791-2799.
- Rivard, C.L., O. Sydorovych, S. O'Connell, M.M. Peet, and F.J. Louws. 2010. An economic analysis of two grafted tomato transplant production systems in the United States. HortTechnology 20:794–803.
- Rivero, RM; Ruiz, JM; Romero, L. 2003. Can grafting in tomato plants strengthen resistance to thermal stress (en línea). Journal of the Science of Food and Agriculture 83(13):1315 – 1319.
- SAKATA. Variedades de tomate utilizadas como patrones (en línea, sitio web). Consultado 9 de oct. 2019. Disponible en <http://www.sakata-vegetables.eu/vegetables/es/pages/calidad-confianza-y-servicio>
- Santa-Cruz, A; Martinez-Rodriguez, MM; Perez-Alfocea, F; Romero-Aranda, R; Bolarin, MC. 2002. The rootstock effect on the tomato salinity response depends on the shoot genotype (en línea). Plant Science 162 (5): 825-831.
- Santoro, F. 1999. Aspectos teóricos y técnicos de la injertación. (pp. 83-90). En: Botti, C.; L. Prat; D. Ioannidis; N. Franck; M. Camposano; Santoro, F. Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile. 257p. Consultado 7 de mayo. 2019.
- Tijerino Hernández, B. J.; Vásquez Ruiz, J. C. 2014. Estudio de diferentes láminas de riego por goteo y aplicación fraccionada de 150 kg/ha-1 de nitrógeno, sobre el cultivo del maíz (*Zea mays L.*) en su rendimiento de chilote a una densidad de 62,500.00 plantas por hectárea (en línea), tesis. UNA, Managua, Nicaragua.

- Turquois, N; Malone, M. 1996. Non-destructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. *J. Exper. Bot.* 47:701-707.
- Valtini, G; Arroyo, L. 2003. La injertación en frutales (en línea). Boletín de divulgación técnica n. 14. Consultado el 09 de Septiembre. 2019. Disponible en <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-valentini-bdt14.pdf>
- Vega A, A. 2017. Uso del injerto en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum*) sobre patrones de chile picante (*C. chinense* Jacq y *C. baccatum* L). Tesis Lic. San Carlos, Costa rica, Instituto Tecnológico de Costa rica. 79p.
- Velasco Alvarado, MJ. 2013. Anatomía y manejo agronómico de plantas injertadas en jitomates (*Solanum Lycopersicum* L.) (en línea). Tesis Lic. Chapingo, México, UAC. 153 p.
- Venema, JH; Dijk, BE; Bax, JM. 2008. Grafting tomato (*Solanum lycopersicum*) onto the rootstock of a high-altitude accession of *Solanum habrochaites* improves suboptimal-temperature tolerance (en línea). *Environmental and Experimental Botany* 63:359-367.

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Resultado del análisis estadístico del porcentaje de éxito del injerto, a los 7 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p-valor</b>
Genotipos	0.07	1	0.3805
Sujetadores	8.3	1	0.1405
Genotipos*Sujetadores	0.14	1	0.04148
<b>CV (%)</b>			43.67

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

**Anexo 2.** Resultado del análisis estadístico de la altura de las plantas a los 12 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p-valor</b>
Genotipos	0.07	1	0.0181
Sujetadores	8.3	1	0.4490
Genotipos*Sujetadores	0.14	1	0.3770
<b>CV (%)</b>			9.41

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

**Anexo 3.** Resultado del análisis estadístico del número de hojas de las plantas a los 15 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p-valor</b>
Genotipos	0.07	1	0.3991
Sujetadores	8.3	1	0.7725
Genotipos*Sujetadores	0.14	1	0.9230
<b>CV (%)</b>			35.41

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

**Anexo 4.** Resultado del análisis estadístico del diámetro del tallo de plántulas a los 15 días después de injertado, Centro Experimental las Mercedes, 2019

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p-valor</b>
Genotipos	0.07	1	0.4014
Sujetadores	8.3	1	0.9234
Genotipos*Sujetadores	0.14	1	0.2464
<b>CV (%)</b>			10.60

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