



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Trabajo de Graduación

**Evaluación de la técnica del injerto de Púa en cuatro
genotipos de tomate (*Solanum* sp. L.) en el Centro
Experimental Las Mercedes –UNA 2019**

Autores

Br. Calero Espinoza Tatiana de Jesús

Br. Hernández López Emelin Lucia

Asesores

MSc. Ing. Jorge Antonio Gómez Martínez

PhD. Francisco Salmerón Miranda

PhD. James Nienhuis

PhD. Carlos Ramírez

Managua, Nicaragua

Octubre, 2019

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3. 1 Ubicación de la zona de estudio	4
3. 2 Material genético	4
3. 3 Diseño metodológico	6
3. 4 Descripción de los tratamientos	6
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	9
3. 5. 3 Etapa de post-germinado	10
3. 5. 4 Descripción general del proceso de injerto en estudio	10
3. 5. 5 Temperatura y humedad relativa registradas en las cámaras de recuperación y aclimatación	13
3. 6 Variables evaluadas	14
3. 6. 1 Variables antes del injertado	14
3. 6. 2 Variables después del injertado	14
3. 7 Análisis de datos	15

IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	16
4. 1	Variables antes del injertado	16
4. 1 .1	Diámetro del tallo de plántulas antes del injertado	16
4. 1. 2	Altura de plántulas antes del injertado	17
4. 2	Variables después del injertado	18
4. 2. 1	Porcentaje de éxito del injerto	18
4. 2. 2	Altura de la plántula después de injertado	19
4. 2. 3	Numero de hojas por plántula después de injertadas	20
4. 2. 4	Diámetro del tallo de plántulas después de injertado	21
V.	CONCLUSIONES	23
VI.	RECOMENDACIONES	24
VII.	LITERATURA CITADA	25
VIII.	ANEXOS	29

DEDICATORIA

A Dios que camina junto a mí, dándome fuerza, esperanza y sabiduría, permitiéndome culminar con mis estudios.

A mi madre Teresa de Jesús Espinoza, a quien no me alcanzan las palabras para dedicarle, gracias por educarme con amor, rigor, dedicación y esfuerzo, por cultivar en mí buenos valores enseñándome a ser una persona de bien y por su apoyo económico y moral.

A mi madre Sinara de los Ángeles Espinoza, a quien debo la vida, sus consejos y apoyo incondicional.

A mis hermanos Darwing Ezequiel Cerda Espinoza, Jonathan Missael Cerda Espinoza y Kevin Nathanael Cerda Espinoza, por su amor y por ser motivación diaria para alcanzar mis metas siendo un ejemplo a seguir para ellos.

A mi tía Elvia Isabel Robleto Espinoza por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis primos a quienes quiero como a mis hermanos Javiera Isabel López Robleto y José Domingo López Robleto.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece”.

Filipenses 4:13

Br. Tatiana de Jesús Calero Espinoza

DEDICATORIA

A:

Dios mi fiel compañero, por llenarme de amor, fortaleza, sabiduría y salud permitiéndome llegar a cumplir una de mis metas.

Mis padres Juan Luis Hernández y Gioconda del Socorro López por regalarme amor, comprensión, consejos y su apoyo incondicional.

Mis hermanos Eveling y Juan Hernández López ¡Los amo!

Mi niña linda, mi corazoncito Marylia Paola, a quien deseo Dios llene de vida y le regale la oportunidad de tener un lindo sueño como el que yo estoy viviendo.

Mi familia, amigas y amigos.

Gracias a todos, ¡Dios los bendiga!

“Jehová es mi fortaleza y mi escudo; En él confié mi corazón, y fui ayudado, por lo que se gozó mi corazón, y con mi cántico le alabaré”.

Salmos 28:7

Br. Emelin Lucia Hernández López

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos culminar con nuestra carrera llenándonos de sabiduría, paciencia, salud y fortaleza.

A nuestros familiares y amistades.

A nuestra alma mater, Universidad Nacional Agraria por ser beneficiadas en el programa de becas, a toda su comunidad universitaria principalmente a sus docentes por transmitir sus conocimientos y alentarnos a perseverar con nuestro crecimiento profesional.

Al Centro Experimental Las Mercedes en la Dirección de Unidades Educativas y Productivas (DUEP) por permitirnos el espacio para establecer el experimento.

A nuestros asesores MSc. Jorge Gómez y PhD. Francisco Salmerón, por hacernos parte del proyecto UNA-Wisconsin compartiendo nuevas experiencias y conocimiento; por su interés y apoyo incondicional.

A James Nienhuis (El gran verdulero del Norte) por permitirnos ser parte del proyecto UNA-Wisconsin quien nos alentó a llevar a cabo este estudio, además de aprender nuevas experiencias en la Universidad Madison-Wisconsin, brindándonos su grata amistad, demostrándonos con hechos una de sus frases: *Para el conocimiento no existen fronteras*. A PhD. Carlos Ramírez por compartir su conocimiento y amistad; A Erick Gutiérrez por transferir sus técnicas y experiencias en el injerto de hortalizas; A Andrey Vega por su disposición y apoyo.

Br. Tatiana de Jesús Calero Espinoza

Br. Emelin Lucia Hernández López

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de los genotipos utilizados en estudio, en el Centro Experimental las Mercedes-UNA, 2019	5
2	Descripción de los tratamientos establecidos en el experimento de evaluación de plantas injertadas en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	6
3	Medias de porcentaje de éxito de plántulas injertadas a los 7 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	18
4	Medias de altura de plantas injertadas a los 12 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes -UNA, 2019	20
5	Medias de número de hojas de plántulas injertadas a los 15 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes -UNA, 2019	21
6	Medias de diámetro del tallo de plántulas injertadas a los 15 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes -UNA, 2019	22

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Construcción de caseta para las cámaras de recuperación y aclimatación en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA.	6
2	Mesa de tubos galvanizados donde se construyeron las cámaras (sección A), láminas de nicalit (sección B).	7
3	Área de recuperación cubierta con tela dacron (sección A), estructura de tubos PVC en forma de arco (sección B).	7
4	Marco de tubos PVC (sección A), lámina de agua y carbón (sección B), colocación de bandejas evitando el contacto directo con el agua (sección C).	8
5	Área de aclimatación con una tela agribon (sección A), cámaras de recuperación y aclimatación construidas (sección B).	8
6	Preparación de sustrato para el semillero (sección A), llenado de bandejas con el sustrato preparado (sección B), siembra de patrones (Armada y Shanty) y vástagos (B.B. y CLN3125L) (sección C), bandejas cubiertas con papel periódico y bolsa plástica (sección D), proceso de pre germinación de patrones y vástagos (sección E).	9
7	Traslado de las plántulas pre germinadas a casa malla (sección A), riego de plántulas (sección B), pesaje del producto aplicar en las plántulas (sección C), producto utilizados en las aplicaciones (sección D).	10
8	Medición de diámetro y altura adecuada para el injerto (sección A), plántulas de tomate listas para injertar (sección B).	11
9	Materiales a utilizar en el proceso de injertación.	11
10	Corte recto transversal en el tallo utilizada como patrón (sección A), corte longitudinal en el diámetro del tallo (sección B), cortes longitudinales opuestos (púa) en el vástago (sección C), colocación de la púa entre el corte del diámetro del patrón (sección D), colocación de cinta (sección E).	12

11	Datos de temperatura y humedad relativa dentro de las cámaras de recuperación y aclimatación durante los 15 días después de injertado en el Centro Experimental las Mercedes-UNA, 2019	13
12	Promedio de diámetro del tallo de plántulas de tomate (<i>Solanum</i> sp. L.) a 25 días después de germinadas, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	16
13	Promedio de altura de plántulas de tomate (<i>Solanum</i> sp. L.) a 25 días después de germinadas, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Análisis de varianza para la variable porcentaje de éxito del injerto, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	29
2	Análisis de varianza para la variable altura de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	29
3	Análisis de varianza para la variable número de hojas de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	30
4	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019	30

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental Las Mercedes de la Universidad Nacional Agraria, durante el período comprendido de Enero a Febrero del 2019. El objetivo del estudio fue evaluar el injerto de púa en cuatro genotipos de Tomate (*Lycopersicum* sp), los genotipos a utilizar fueron Shanty, CLN3125L, B.B. y Armada como vástagos y patrones respectivamente. El diseño del experimento consistió en un Diseño Completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos y 3 observaciones. El análisis estadístico se realizó usando 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 tomadas antes del injertado fueron altura de planta y diámetro de tallo y las variables evaluadas después del injertado fueron porcentaje de éxito del injerto, altura de la plántula, número de hoja por plántula y diámetro de tallo. Los resultados obtenidos mostraron que no hubo diferencias significativas para las variables altura de plántula y diámetro de tallo después de injertado; En las variables que se encontraron diferencias significativas fueron: porcentaje de éxito del injerto en los tratamientos Armada injertada con Shanty, B.B. injertada con CLN3125L y B.B. injertada con Shanty obtuvieron valores mayores de 60% en comparación con el tratamiento Armada injertada con CLN3125L con un 40% y en el número de hojas variaron de 1 a 3 hojas en los tratamientos. En general el porcentaje de éxito del injerto permitió conocer si se estableció la unión del injerto, reanudando su crecimiento y desarrollo como una sola planta.

Palabras claves: Tomate, Variedad, Cámara de recuperación, Vástago, Patrón.

ABSTRACT

The study was carried out in experimental center Las Mercedes of the National Agrarian University, during the period from January to February of 2019. The objective was to evaluate the barbed graft in four genotypes of Tomato (*Lycopersicum sp*), the genotypes and utilization were Shanty, CLN3125L, B.B. and Armada as scion and rootstock respectively. The design of the experiment consisted to a completely randomized design (DCA), with 4 treatments and 3 observations. The statistical analysis was carried out through the INFOSTAT program, obtaining an analysis of variance (ANDEVA) and performing a separation test through Duncan at 5%. The experiment was established on recovery and acclimatization chambers. The variables taken before the grafting were plant height and stem diameter and the variables evaluated after grafting were percentage of success of the graft, height of the seedling, leaf number per seedling and stem diameter, having as non significant results: height of the seedling and diameter of the stem; The variables that found significant differences were: percentage of graft success in treatments Armada grafted with Shanty, B.B. grafted with CLN3125L and B.B. grafted with Shanty obtained values greater than 60% compared to the treatment Armada grafted with CLN3125L with 40% and in the number of leaves varied from 1 to 3 leaves in the treatments. In general, the percentage of graft success allowed to know if the graft union was established, resuming its growth and development as a single plant.

Keywords: Tomato, Variety, Recovery camera, Scion, Rootstock.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de plantas injertadas en la producción de hortalizas es una técnica relativamente nueva en comparación con su uso en especies frutales. A través de los años ha tomado importancia en la producción de tomate, pimiento, sandía y melón (Fernández *et al.* 2004). En nuestros días el injerto en hortalizas se utiliza en varias partes del mundo con diferentes propósitos, como controlar enfermedades del suelo (Lee y Oda 2003) aumento de la productividad y adaptación de las plantas a ambientes no favorables (Kubota *et al.* 2008).

El desarrollo de la técnica del injerto herbáceo comenzó a practicarse por primera vez en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb) Matsum y Nakai 1916) sobre calabaza (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl) en Corea y Japón en 1914, debido al uso indiscriminado del suelo, la contaminación por productos químicos y un mal manejo agronómico llevaron a ocasionar la presencia de problemas fitosanitarios, provocando la resistencia de enfermedades del suelo y contaminación del medio ambiente. La técnica del injerto surge como una alternativa para reducir la incidencia de enfermedades del suelo, principalmente para *Fusarium* (Lee *et al.* 1998). Luego de diversos estudios se establece inicialmente de manera comercial en 1920 (Oda 2002). En efecto de enfrentar problemas agronómicos esta técnica se ha convertido en una herramienta de desarrollo para la agricultura protegida (Velasco 2013).

Los injertos o plantas injertadas son el resultado de la unión de dos plantas afines (porta injerto y variedad), 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 la Torre 2005).

Los beneficios que se logran realizando la práctica del injerto son múltiples, facilitan la propagación de variedades que no están bien adaptadas a las condiciones de suelo (INTA 2014). Además de un aumento de rendimiento y la capacidad de proporcionar alguna cualidad (vigor, tolerancia a enfermedades, etc.) en la planta o en el fruto que la hace más atractiva, sin perjudicar la calidad del producto deseado (De Miguel 2011).

Esta alternativa de producción se ha establecido con diferentes técnicas, siendo la técnica más común de injertación en tomate la de tubo o empalme (Oda 1999). Como ventaja permite trabajar con plantas pequeñas y se logra un porcentaje de éxito muy alto en cambio el injerto de púa mantiene el retoño o púa más estrechamente que el injerto de empalme amarrándolo con

cinta (parafina) o clip, otra técnica de injerto es el lateral que tiene una tasa alta de éxito, es menos estresante y los tallos pueden tener diámetros ligeramente diferentes. Pero es un proceso más lento y un poco más difícil que los anteriores (Johnson 2011).

Una buena sujeción del injerto permite que se ajuste mejor al material que se está injertando, la cinta a utilizar para la curación y sujeción del injerto debe ser de un material flexible, evitando la oxidación y la pérdida de humedad en el sitio de unión. La cinta tipo film (parafilm) cumple con ese requisito, sujetando al injerto con la presión adecuada para evitar el estrangulamiento a medida que crece (Salvo *et al.* 2013).

Es importante mencionar que la sobrevivencia de una planta injertada dependerá de las condiciones ambientales a la que es sometida, posterior al proceso de corte y unión. Para lograr la sobrevivencia es necesario controlar la temperatura y humedad relativa en la fase posterior al injerto y no se marchite el patrón, ni la variedad (Villasana 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 (De Miguel 2011) es decir se utilizan en la fase post injertación y tienen como propósito prestar las condiciones necesarias de humedad y temperatura para el prendimiento del injerto (Chaycoj 2005). Si bien estas cámaras son unidades simples dentro de un invernadero sombreado (Kubota *et al.* 2008).

En Nicaragua no se han desarrollado investigaciones de injertos en tomate, por tanto, este estudio dará las bases del proceso más importante de los injertos en hortalizas que se lleva a cabo en las cámaras de recuperación y aclimatación. Este trabajo tuvo como fin la evaluación de la técnica del injerto de púa en etapa de semillero en cuatro genotipos de tomate *Solanum* sp. L.

II. OBJETIVOS

2. 1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento del injerto de púa con cuatro genotipos de tomate (*Solanum* sp. L.) en etapa de semillero bajo condiciones de cámara de recuperación y aclimatación en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA 2019.

2. 2. Objetivos Específicos

- Cuantificar el diámetro del tallo y altura de plántulas óptimos para el proceso de injertación.
- Determinar el porcentaje de éxito del injerto de púa utilizando dos patrones y dos vástagos de tomate.
- Evaluar la combinación de dos genotipos patrón y dos vástagos sometidos al 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 800 m 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 32.1°C, con una precipitación de 1012.6 mm anual, humedad relativa de 74% y una velocidad máxima del viento de 7 m/s (INETER 2018).

3. 2. Material genético

En el estudio se evaluaron cuatro materiales genéticos de tomate, dos utilizados como vástagos (CLN3125L y el híbrido Shanty) Pertenecen al género *Lycopersicum esculentum* Mill y dos materiales como patrón (ARMADA y B.B.) pertenecen al género *Lycopersicum hirsutum* L.

La empresa TAKII SEED ha desarrollado variedades de tomate para ser utilizadas como patrones que ya traen las características deseadas para este propósito. Entre las variedades que tiene esta prestigiosa empresa se encuentra la variedad ARMADA, esta variedad presenta buen vigor, diversos estudios realizados sobre esta variedad han dado como resultado la tolerancia a enfermedades tales como *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, *Ralstonia solanacearum*, *Pseudomonas* sp, también ha mostrado un excelente comportamiento ante el ataque de nematodos del genero *Meloidogyne* sp (Bumgarner y Kleinhenz 2013, TAKII SEED 2015).

Otra variedad de esta misma compañía es la línea "B.B.", que también presenta buen vigor y resistencia a las mismas enfermedades que ARMADA y a otras dos más, las cuales son *Fusarium radicis* y *Pyrenochaeta lycopersici*, con respecto al comportamiento hacia los nematodos es similar a la variedad ARMADA ya que tienen alta tolerancia y resistencia a los del genero *Meloidogyne* sp (Bumgarner y Kleinhenz 2013).

A través del programa UNA-Wisconsin se han realizado estudios de evaluación y selección de las mejores líneas en cuanto a calidad de frutos, productividad y tolerancia a virus, entre estas se encuentra la línea CLN3125L originaria del "Centro de Investigación y Desarrollo de Vegetales Asiáticos" (AVRDC, siglas en inglés).

Un estudio realizado por Blandón (2017) en san Isidro, Darío y Jinotega demostró que esta línea

presenta tolerancia a virus (Begomovirus), tolerancia *alternaria solani* (Cooke) Wint y *Pseudomonas syringae* Van Hall, 1904.

Otros estudios realizados por (Chávez y Rojas 2016) en el cual caracterizaron cuatro cultivares de tomate en el CEVT las Mercedes, determinaron que el cultivar CLN3125L mostró buenas características de fruto en cuanto a firmeza de fruto, vida de anaquel, peso de semilla en gramos, diámetro, peso de fruto, rendimiento etc.

La línea CLN3125L es de crecimiento indeterminado, el tamaño del fruto es de medio-grande a medio y de forma oblonga de color rojo, presenta madurez temprana, con un pedicelo articulado y tolerancia al calor. Muestra resistencia a marchitez bacteriana, virus de mosaico del tabaco (TMV) y TYLCD (Tomato leaf curl disease) (AVRDC. s.f.).

El otro genotipo a evaluar será el híbrido de tomate Shanty (Hazera Seeds®); este es un tomate de crecimiento determinado, los frutos son de color rojo intenso, tamaño grande y mucha firmeza, También se reporta que este híbrido produce entre 35 y 45 frutos por planta, así como características de resistencia a virosis; se distingue por ser una planta fuerte y productiva, adaptable a diferentes fechas de planteo con capacidad para tolerar condiciones climáticas extremas (Hazera Genetics 2012).

Cuadro 1. Descripción de los genotipos utilizados en estudio, en el Centro Experimental las Mercedes-UNA, 2019.

Genotipos	Especie de procedencia	Origen	Composición genética	Patrón/Vástago	Casa semillera
B.B.	<i>Lycopersicum hirsutum</i> L	América del sur y al oeste de los Andes	Hibrido inter específico	Patrón	Takii Seeds (Japón)
Armada			Hibrido inter específico	Patrón	Takii Seeds (Japón)
CLN3125L		Costa oeste de América del Sur	Línea	Vástago	AVRDC (Taiwán)
Shanty	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill		Hibrido	Vástago	Hazera Seeds® (Francia)

3. 3. Diseño metodológico

El diseño experimental consistió en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 observaciones. El experimento se estableció en una cámara de recuperación el 7 de febrero del 2019. Teniendo cuatro tratamientos con 3 repeticiones, la muestra por tratamiento fue de 15 plantulas injertadas y por cada tratamiento se registraron datos cuantitativos antes del injertado (altura y diametro del tallo) y despues de injertado (porcentaje de éxito, altura, numero de hojas y diametro del tallo).

3. 4. Descripción de los tratamientos

Para el estudio se establecieron los tratamientos que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos establecidos en el experimento de evaluación de plántulas injertadas en el Centro Experimental las Mercedes-UNA, 2019.

Tratamientos	Patrón / Vástago
T ₁	Armada injertada con CLN3125L
T ₂	Armada injertada con Shanty
T ₃	B.B. injertada con CLN3125L
T ₄	B.B injertada con Shanty

3. 5. Manejo del ensayo

3. 5. 1. Construcción del área de las cámaras de recuperación y aclimatación

En el Centro Experimental Las Mercedes UNA, se efectuó la construcción de la caseta para las camaras de recuperación y aclimatación en un area de 18.6 m² 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. Construcción de caseta para las camaras de recuperacion y aclimatacion en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA.

Para la construcción de las cámaras de recuperación y aclimatación, se utilizó una mesa de tubos galvanizados con 1.20 m de altura, 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 donde se construyeron las cámaras (seccion A), laminas de nicalit (seccion B).

La cámara se dividió en dos áreas iguales de 1.20 m. La primera parte fue el área de recuperación, la cual se cubrió con una manta color blanca de tela dacron, para colocar la manta se utilizó una estructura de tubos 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 creando un ambiente controlado (Figura 3).



Figura 3. Area de recuperacion cubierta con tela dacron (seccion A), estructura de tubos PVC en forma de arco (seccion B).

Dentro del area de recuperación se estableció un marco con tubo PVC de $\frac{3}{4}$ para tener una especie de bordeado, luego se cubrió con un plástico transparente simulando un estanque, se le agregó carbón en trozos 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 4).



Figura 4. Marco de tubos PVC (seccion A), lamina de agua y carbon (seccion B) colocacion de bandejas evitando el contacto directo con el agua (seccion C).

La segunda área fue de aclimatación, se cubrió con una tela Agribon, se utilizó la misma estructura de tubo PVC de la cámara de recuperación (Figura 5).



Figura 5. Área de aclimatación con una tela Agribon (seccion A), cámaras de recuperación y aclimatación construidas (seccion B).

3. 5. 2. Establecimiento del semillero

Para llevar a cabo este estudio se estableció un semillero con los distintos genotipos de tomate. Para la siembra del semillero se utilizaron bandejas de polietileno de 105 orificios, las cuales se lavaron con agua potable y se desinfectaron Cl (cloro) a una proporción de 300 ml 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 una 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 bajo oscuridad durante dos días para acelerar el proceso de germinación. (Figura 6).



Figura 6. Preparación de sustrato para el semillero (sección A), llenado de bandejas con el sustrato preparado (sección B), siembra de patrones (Armada y Shanty) y vástagos (B.B. y CLN3125L) (sección C), bandejas cubiertas con papel periódico y bolsa plástica (sección D), proceso de pre germinación de patrones y vástagos (sección E).

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 regaron 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 (KH_2PO_3) una vez por semana (Figura 7).

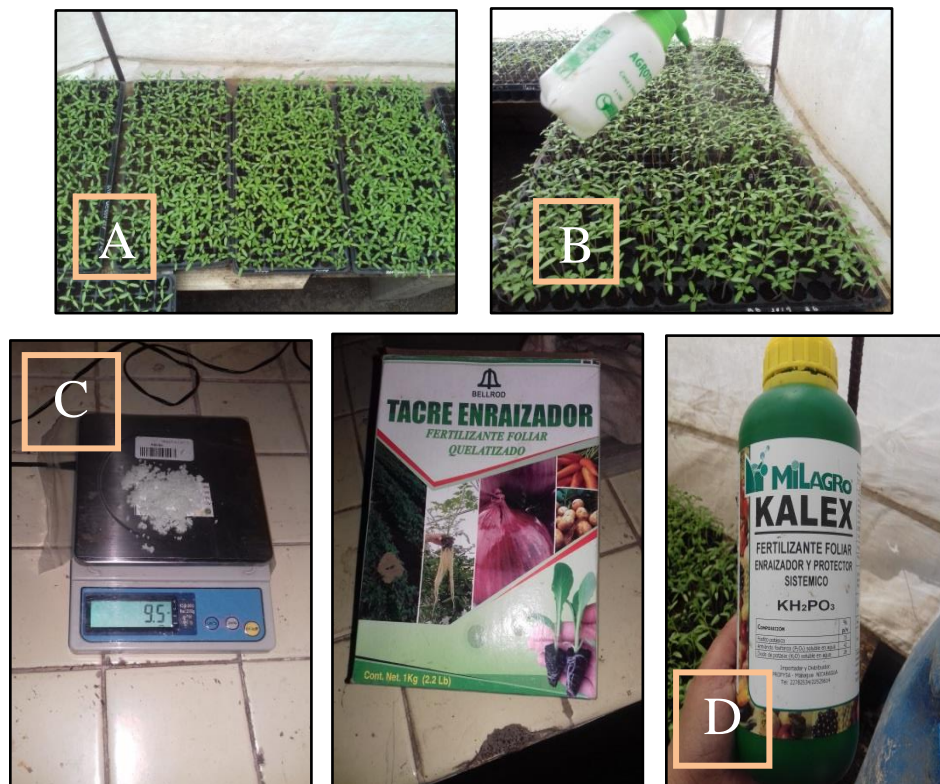


Figura 7. Traslado de las plántulas pre germinadas a casa malla (sección A), riego de plántulas (sección B), pesaje del producto aplicar en las plántulas (sección C), producto utilizados en las aplicaciones (sección D).

3. 5. 4. Descripción general del proceso de injerto en estudio

El proceso de injertación se efectuó 30 días después de la germinación. Es importante que los diámetros del patrón y la púa sean similares, de lo contrario, la herida del injerto tardará más tiempo en curarse (McAvoy 2005). Para el injerto de hendidura, los diámetros recomendados son de 2.00 a 2.50 mm (Bumgarner y Kleinhenz 2013) (Figura 8).



Figura 8. Medición de diámetro y altura adecuada para el injerto (sección A), plántulas de tomate listas para injertar (sección B).

Para la realización del injerto es importante la desinfección del área de trabajo, cuchillas y manos para la cual se utilizó C_3H_8O (alcohol). (Figura 9).



Figura 9. Materiales a utilizar en el proceso de injertación.

El tipo de injerto que se realizó fue el injerto de “púa” el cual consiste en hacer un corte recto transversal en el tallo de la planta utilizada como patrón, una vez que se realiza este corte se realiza otro corte longitudinal en el diámetro del tallo, en la planta utilizada como vástago se realizan dos cortes longitudinales opuestos e inclinados simulando una púa, posteriormente se coloca la púa del vástago en el corte del diámetro del patrón y se inserta, se recubrió con cinta parafilm para darle soporte. Luego se cortaron las hojas laterales de los vástagos dejando un par de hojas del meristemo. Una vez realizado el injerto se llevó a una cámara de recuperación y aclimatación (Figura 10).



Figura 10. Corte recto transversal en el tallo utilizada como patrón (sección A), corte longitudinal en el diámetro del tallo (sección B), cortes longitudinales opuestos (púa) en el vástago (sección C), colocación de la púa entre el corte del diámetro del patrón (sección D), colocación de cinta (sección E).

3. 5. 5. Temperatura y humedad relativa registradas en las camaras de recuperaci3n y aclimataci3n

En la union del injerto es importante la temperatura porque tiene un marcado efecto en la formaci3n del tejido del callo y la diferenciaci3n de nuevos haces vasculares; entre 4 y 32 3C, la producci3n del callo aumenta linealmente con la temperatura. Con temperaturas sobre 29 3C se obtiene una producci3n abundante de tejido calloso de tipo suave que se daa f3cilmente, por otra parte, a menos de 20 3C la formaci3n de callo es lenta y bajo los 15 3C, se inhibe totalmente, la temperatura 3ptima durante la fase de uni3n es de 25-28 3C. El contenido de humedad del aire es muy importante para la uni3n del injerto, debido a que las c3lulas de par3nquima que forman el tejido del callo son de paredes delgadas y sensibles a la deshidrataci3n. Por lo tanto, contenidos de humedad del aire menor que el punto de saturaci3n inhiben la formaci3n del callo y aumentan la tasa de desecaci3n de las c3lulas (Hartmann *et al.* Citado por Contreras 2014).

Dentro de las camaras de recuperacion y aclimatacion se registro datos de temperatura y humedad relativa en horas de la maana y en horas de la tarde, utilizando un higrometro. La figura 11 muestra las temperaturas y humedad relativa registradas durante el periodo de estudio.

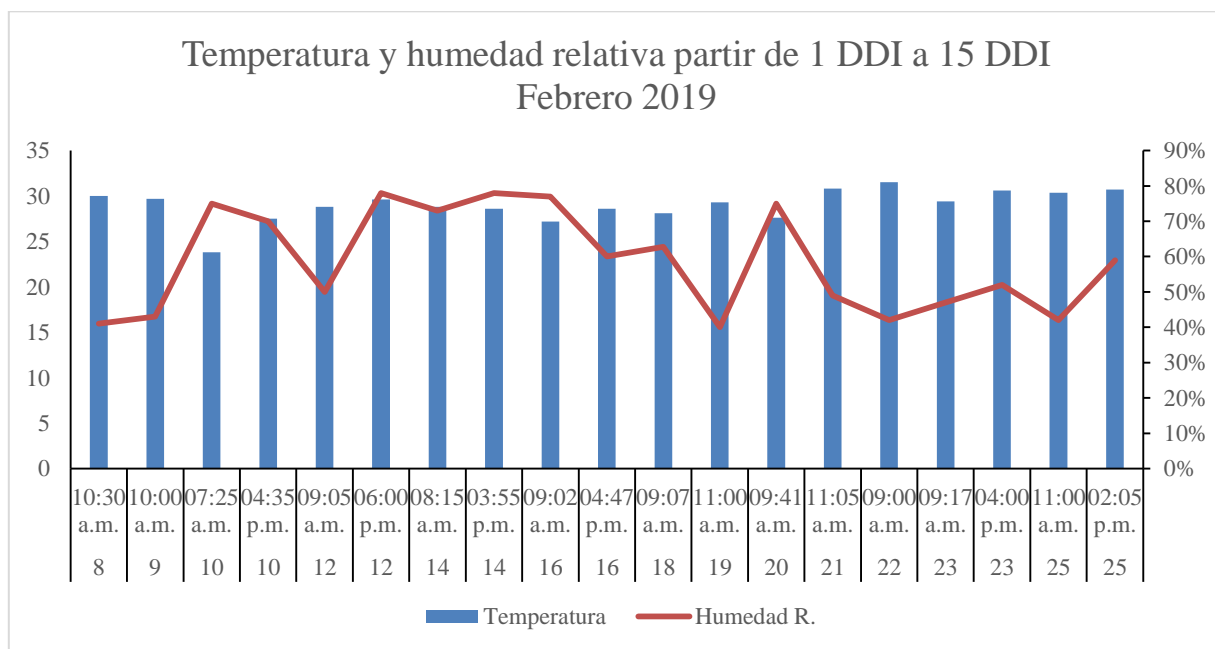


Figura 11. Datos de temperatura y humedad relativa registrados dentro de las camaras de recuperacion y aclimatacion durante los 15 d3as despu3s de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

DDI= d3as despu3s de injertado.

3. 6. Variables evaluadas

3. 6. 1. Variables antes del injertado

Diámetro del tallo de plántulas (mm)

Las mediciones se realizaron a la altura de las hojas cotiledóneas utilizando un pie de rey, a partir de los 25 días después de la germinación (Bumgarner y Kleinhenz 2013).

Altura de plántulas (cm)

Las mediciones se realizaron desde la base hasta el último entrenudo de la planta utilizando una regla milimetrada, a partir de los 25 días después de la germinación (Velasco 2013).

3. 6. 2. Variables después de injertado

Porcentaje de éxito del injerto

Se realizó a los 7 días después de injertadas, contando la cantidad de plántulas vivas en relación con el número total de plántulas injertadas (Guato 2013).

$$\text{PEI: } \frac{\text{Número de plantas injertadas vivas}}{\text{Total de plantas injertadas}} \times 100$$

PEI: porcentaje de éxito del injerto.

Altura de las plántulas (cm)

Las mediciones se realizaron a partir de los 12 días después de injertadas, midiendo desde la base hasta el ápice de la planta, con una regla de 30 centímetros (Espinoza 2013). Se utilizaron 15 plántulas por tratamiento.

Número de hojas por plántulas

Se contabilizaron todas las hojas de la planta a los 15 días después de injertadas (Velasco 2013). Se utilizaron 15 plántulas por tratamiento.

Diámetro del tallo de plántulas (mm)

Las mediciones se realizaron a los 15 días después de injertadas, midiendo desde la base del tallo hasta la altura de las hojas cotiledóneas, con ayuda de un pie de rey Velasco (2013). Se utilizaron 15 plántulas por tratamiento.

3. 7. Análisis de datos

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

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

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$, $t =$ tratamientos

$j = 1, 2, 3$, $n =$ observaciones

$Y_{ij} =$ La j -ésima observación del i -ésimo tratamiento

$\mu =$ Estimador de la media poblacional

$\tau_i =$ Efecto del i -ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

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

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. 1. Variables antes del injertado

4. 1. 1. Diámetro del tallo de plántulas antes del injertado

El tallo en estado de plántula es importante para el proceso de injertación; se busca mantener similares los diámetros del vástago e injerto (Godoy y Castellanos 2009). Para injertos exitosos las plántulas no deben ser ni muy jóvenes ni muy leñosas cuando se las injertan (Bumgarner y Kleinhenz 2013).

El comportamiento de los genotipos en cuanto a la variable diámetro del tallo antes de injertado fue el siguiente (Figura 12) Armada con 1.99 mm de diámetro, B.B. con 1.96 mm, CLN3125L con 1.76 mm y Shanty con 2.15 mm de diámetro.

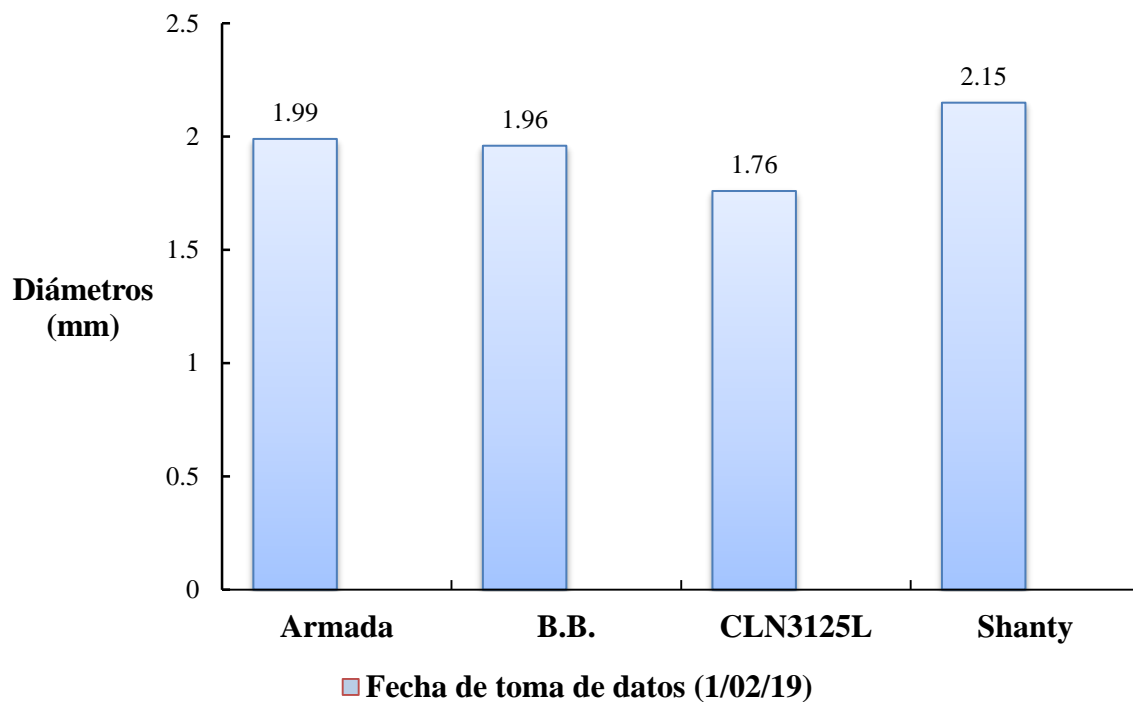


Figura 12. Promedio de diámetro del tallo de plántulas de tomate (*Solanum* sp. L.) a 25 días después de germinadas en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

4. 1. 2. Altura de plántulas antes del injertado

El tallo es la parte aérea de la planta que soporta al resto de los órganos aéreos laterales como son las hojas en la fase vegetativa y las flores y frutos en la fase reproductiva, conduce el agua, las sales minerales desde la raíz a las hojas y las sustancias elaboradas en las hojas a las zonas de crecimiento y a las raíces (Megias, Molist, Pombal 2018).

El comportamiento de los genotipos en cuanto a la variable altura de plántulas antes de injertado fue el siguiente (Figura 13) Armada se presentó 10.49 cm de altura, B.B. 11.09 cm, CLN3125L 6.87 cm y Shanty 11.39 cm de altura.

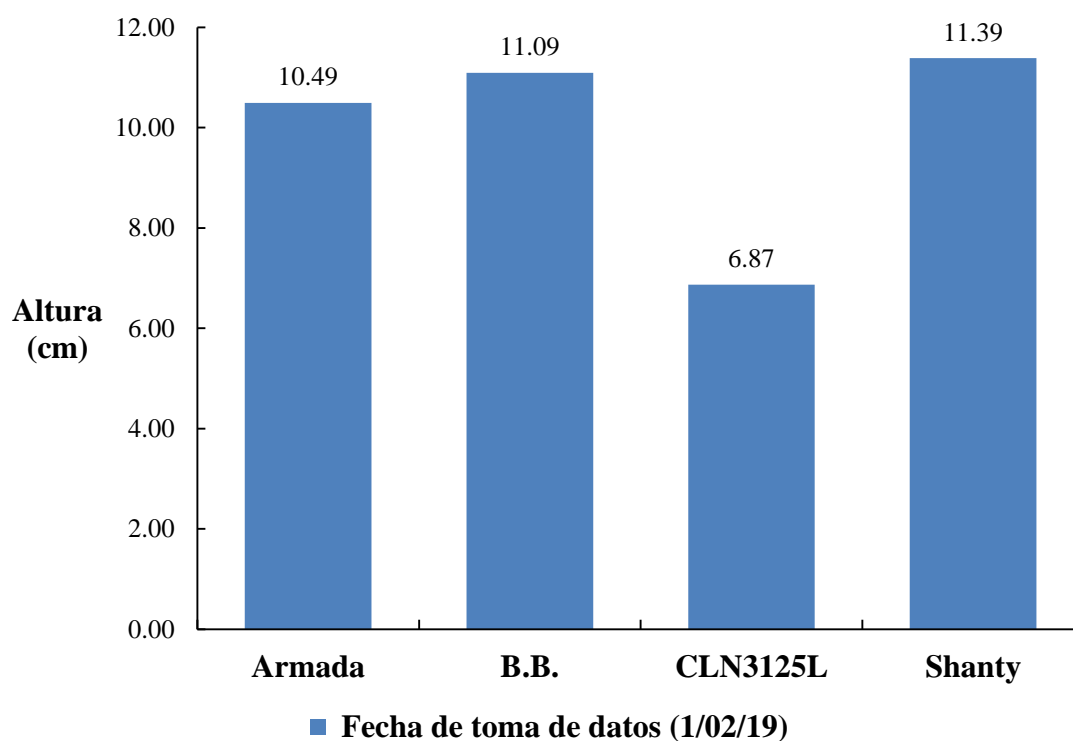


Figura 13. Promedio de altura de plántulas de tomate (*Solanum* sp. L.) a 25 días después de germinadas, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

4. 2. Variables después del injertado

4. 2. 1. Porcentaje de éxito del injerto

La evaluación sobre el prendimiento 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 la variable porcentaje de éxito del injerto se encontraron diferencias significativas en los tratamientos, utilizando la técnica de púa, a los 7 días posteriores al proceso de injertación, obteniéndose un coeficiente de variación de 8.88 % (Anexo 1).

El porcentaje de éxito en la separación de medias agrupa en una categoría a las combinaciones Armada con Shanty, B.B. con CLN3125L y B.B. con Shanty, separando en otra categoría a la combinación Armada con CLN3125L (cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de porcentaje de éxito de plántulas injertadas a los 7 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes–UNA, 2019.

Tratamientos		Porcentaje de éxito del injerto
T ₁	Armada injertada con CLN3125L	42.20 b
T ₂	Armada injertada con Shanty	66.60 a
T ₃	B.B. injertada con CLN3125L	66.63 a
T ₄	B.B. injertada con Shanty	68.87 a
% CV		8.88
P < F		0.0009

Quillupangui (2013) en un experimento de injertos en tomate en el Cantón Ibarra, provincia de Imbabura, Ecuador evaluó dos porta-injertos en la producción vegetativa de plántulas de tomate de árbol encontró diferencia significativa para la variable porcentaje de prendimiento del injerto a los 16 días posterior a la técnica del injerto, utilizando variedades tabaquillo y palo blanco.

La tasa de éxito del injerto en nuestro estudio mostró valores cercanos al 70% los que se pueden calificar como bajos comparados con los obtenidos por Quillupangui (2013), quien en su

experimento logro un promedio de 87% de éxito. Posiblemente nuestros resultados estuvieron influenciados por las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro de las cámaras a como explican Bumgarner y Kleinhenz citado por Vega 2017, que el injerto (yema) al ser separado de su sistema radical al cortarlo es propenso a deshidratarse, especialmente si hay altas temperaturas y poca humedad relativa, por lo tanto, se deben colocar las plántulas injertadas en un ambiente de alta humedad, baja luminosidad mientras la nueva planta injertada sana y crea nuevas uniones vasculares entre patrón e injerto .

Igualmente, la habilidad del injertador es sustancial pues una unión escasa impide el transporte de agua suficiente y puede ocasionar el colapso de la planta injertada, por tanto, requiere de mayor habilidad y paciencia (Velasco 2013).

4. 2. 2. Altura de las plántulas después de injertado

La altura de la planta es el resultado de la elongación del tallo, al acumular nutrientes producidos en la fotosíntesis (Reyes citado por Méndez 2013). El tamaño viene determinado tanto por las características genéticas de las plantas como por muchos otros factores, encontrándose plantas de porte bajo, con 30-40 cm, y de porte alto, que pueden alcanzar hasta 3 m (INTA citado por Álvarez 2008).

No se encontró diferencias significativas para la altura de la plántula injertada a los 12 días posteriores a la realización del injerto en los tratamientos, obteniendo un coeficiente de variación de 18.78% (Anexo 2).

Los valores de altura de plántulas para los tratamientos en estudio variaron entre 10.47 y 13.77 cm. Siendo la combinación B.B. con Shanty el valor de 13.77 cm de altura y para la combinación Armada con CLN3125L el valor de 10.47 cm de altura (Cuadro 4).

Cuadro 4. Medias de altura de plántulas injertadas a los 12 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes –UNA, 2019.

Tratamientos		Altura de plántulas injertadas (cm)
T₁	Armada injertada con CLN3125L	10.47
T₂	Armada injertada con Shanty	10.52
T₃	B.B. injertada con CLN3125L	11.30
T₄	B.B. injertada con Shanty	13.77
% CV		18.78
P > F		0.2766

Los resultados en la variable altura de plantas después de injertado coinciden con Berardo y Bucco 2017 en un ensayo de plantas injertadas de tomate realizado en la Plata, Argentina en condiciones de invernadero, utilizando una combinación del híbrido Yígido (vástago), injertado sobre Beaufort (patrón) resultando que la variable altura de las plantas no manifestó diferencias significativas.

Se reafirma por Martínez (2009) quien tampoco encontró diferencias significativas en altura de plantas injertadas de tomate en las variedades comerciales de vástagos (Cid® y toro®) sobre patrones silvestres (*L. cerasiforme* y *L. pimpinellifolium*).

4. 2. 3. Número de hojas por plántula después de injertadas

Las hojas de tomate son pinnadas y compuestas. Presentan de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y por lo general de color verde (INTA 2017). Su función es captar energía solar, producir sustancias orgánicas por medio de la fotosíntesis y liberar vapor de agua mediante la transpiración (Megias, Molist, Pombal 2018).

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 2002). 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).

El análisis de varianza para esta variable detecto diferencia significativa para los tratamientos en estudio, a los 15 días posteriores de la realización del injerto, obteniendo un coeficiente de variación de 26.31% (Anexo 3).

Los valores de la variable número de hojas por plántula después de injertadas variaron entre 1 a 3 hojas. Resultando la combinación B.B. con Shanty y Armada con Shanty con un número igual a tres hojas y las combinaciones B.B. con CLN3125L y Armada con CLN3125L en número de una hoja (cuadro 5).

Cuadro 5. Medias de número de hojas de plántulas injertadas a los 15 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes –UNA, 2019.

Tratamientos		Número de hojas de plántulas injertadas
T ₁	ARMADA injertada con CLN3125L	1 a
T ₂	ARMADA injertada con Shanty	3 b
T ₃	B.B. injertada con CLN3125L	2 a
T ₄	B.B. injertada con Shanty	3 b
% CV		26.31
P < F		0.0041

Los resultados expresados del estudio en el análisis de varianza coinciden con los de Espinoza (2013) en el cual para la variable número de hojas mostró significancia entre las combinaciones patrón/injerto (Maxifort y Ádrale) (Maxifort y DRW 7680) (Emperador y Ádrale) (Emperador y DRW 7680). En nuestro estudio, para los tratamientos su significancia podría estar influenciada por el hecho de cambiar la raíz a través del injerto por una más vigorosa, que puede mejorar la capacidad absorbente de la planta y en consecuencia hay un mayor ingreso de agua y nutrientes, dado que el flujo de agua controla muchos procesos fisiológicos como el crecimiento, la nutrición mineral, la fotosíntesis y hasta la transpiración (Savvas *et al.* 2010, Duan *et al.* 2017).

4. 2. 4. Diámetro del tallo de plántulas después de injertado

El tallo de las plantas jóvenes del tomate es cilíndrico, posteriormente se vuelve angular según las características de las variedades (Mora 2002).

El diámetro del tallo del patrón es un factor determinante en el éxito de los injertos ya que se asocia a ellos la regeneración de haces vasculares (González *et al* citado por Ruiz 2017).

No se encontraron diferencias significativas para la variable diámetro del tallo después de injertado a los 15 días para los tratamientos evaluados, obteniendo un coeficiente de variación de 7.76% (Anexo 4).

Los datos correspondientes al diámetro de tallos después de la injertación variaron entre 2.75 a 2.60 mm, resultando la combinación Armada con Shanty con 2.75 mm respecto de B.B. con CLN3125L a 2.65mm, en el caso de Armada con CLN3125L de 2.62 mm la variación con respecto B.B. con CLN3125L de 2.60 mm (cuadro 6).

Cuadro 6. Medias de diámetro del tallo de plántulas injertadas a los 15 días después de injertado en el Centro Experimental Las Mercedes–UNA, 2019.

Tratamientos		Diámetro del tallo de plántulas injertadas (mm)
T₁	ARMADA injertada con CLN3125L	2.62
T₂	ARMADA injertada con Shanty	2.75
T₃	B.B. injertada con CLN3125L	2.65
T₄	B.B. injertada con Shanty	2.60
% CV		7.76
P> F		0.8158

Los resultados coinciden con lo planteado con Martínez (2009), quien evaluó diferentes métodos de injertación en genotipos de tomate, utilizando vástagos (Cid y Toro) y patrones de especie silvestres (*L. Ceraciforme* y *L. Pimpinellifolium*) no encontrando diferencia significativa para la variable diámetro de tallo, a los 8 días posteriores a la injertación en Santa Cruz Xoxocotlán, México.

Un estudio realizado por Velasco (2013) en injerto de tomate indica que para obtener 2.0 mm de diámetro en el porta injerto como en el vástago al momento de la injertación, se requiere sembrar únicamente 1 día antes el vástago. Así mismo Godoy y Castellano (2009) aseguran que es necesario separar la siembra, anticipando la del vástago y después las semillas del porta injerto, el tiempo comúnmente varía de 1 a 7 días dependiendo del material vegetal.

V. CONCLUSIONES

Los genotipos de tomate Armada, B.B., y Shanty mostraron diámetro de tallo y altura de plántulas óptimas a los 25 días después de germinados.

El porcentaje de éxito en el injerto de púa evaluado en cuatro materiales genéticos presento diferencia significativa para los tratamientos Armada injertada con Shanty, B.B. injertada con CLN3125L y B.B. injertada con Shanty.

Las combinaciones para los genotipos en la variable número de hojas después de injertado presentó diferencia significativa en los tratamientos; En las variables altura y diámetro de tallo después de injertado no presentaron diferencias significativas en los tratamientos Armada injertada con CLN3125L, Armada injertada con Shanty, B.B. injertada con CLN3125L y B.B. injertada con Shanty.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar las condiciones de infraestructura de cámara de recuperación y aclimatación asegurando una mejor humedad relativa y temperatura dentro de las mismas.

Construir un área para realizar el proceso del injerto cercano a las cámaras de recuperación y aclimatación evitando la manipulación excesiva y deshidratación al momento de injertar las plántulas.

VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez Z, ER. 2008. Monitoreo de las condiciones de suelo del CNRA bajo diferentes tipos de acolchados en dos fases. Tesis Ing. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 60p.
- AVRDC, The World Vegetable Center P.O. Box 42, Shanhua; Tainan, Taiwán (en línea). Consultado 20 mar. 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.
- Berardo, JM; Bucco, NN. 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. Consultado 13 may. 2019. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/63581/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Blandón, F. 2017. Evaluación y selección de líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) tolerantes a enfermedades y con alta productividad en San Isidro, Darío y Jinotega, primera y postrera 2015. Tesis de Maestría. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 73p.
- 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.
- Chávez, CD; Rojas, JE. 2016. Caracterización de cuatro cultivares de tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en casa malla en el centro experimental las Mercedes-UNA 2016. Tesis de grado. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 49p.
- Chaycoj Sian, JL. 2005. Evaluación del prendimiento de injerto de cacao (*Theobroma cacao* L) UF-667, en cinco etapas de crecimiento del patrón pound. Tesis Ing. Guatemala, USAC.
- Contreras Salazar, EA. 2014. Efecto del injerto sobre la nutrición y fotosíntesis de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo, México.
- De la Torre, F. 2005. El injerto en hortícolas: En Dirección Técnica de Semilleros Hortícolas. Ed 1. Cuadrado Gómez, MC; García; Fernández, MM. Sevilla, España, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera IFAPA CIFA. 7p.

- De Miguel G, A. 2011. El injerto de plantas de tomate (en línea). Consultado 21 mar. 2019. Disponible en <http://www.poscosecha.com>
- Duan, X; Bi, HG; Li, T; Wu, GX; Li, QM; AI, XZ. 2017. Root characteristics of grafted peppers and their resistance to *Fusarium solani*. *Biologia Plantarum* 61 (3): 579-586
- 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.
- Fernández GN; Carvajal, M; Olmos, E. 2004. Graft union formation in tomato plants: peroxidase and catalase involvement. *Annals of Botany*. 93: 53-60.
- Godoy, H; castellano, JZ. 2009. El injerto en tomate: Manual de producción de tomate en invernadero. JZ Castellanos. Intagri. Guanajuato, México. 458p.
- Guato Y, MV. 2013. Evaluación de tres patrones en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Cav. Sendtn). Tesis Ing. Ambato, Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. 99p.
- Hazera Genetics. 2012. Variedades de jitomate determinado (en línea). MX. Consultado 21 Mar. 2019. Disponible en <http://www.hazera.mx/tag/shanty/>
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2018. Datos meteorológicos y geográficos. Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 2014. Guía tecnológica. 25. Técnicas de injertación. Managua, Nicaragua. 36p.
- INTA Costa Rica. (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria) 2017. Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) / Ligia López Marín. San José, Costa Rica. 130p.
- Johnson S, Miles. 2011. Effect of healing chamber design on the survival of grafted eggplant, tomato and watermelon. *Hort technology* 21(6): 752-758.
- Kubota, C; McClure, MA; Kokalis Burelle, N; Bausher, MG; Roskopf, EN. 2008. Vegetable grafting: history, use, and current technology status in North America. *HortScience*. 43(6): 1664-1669.
- Lee, JM; Hae-Jeen, B; Hyun-Sook, H. 1998. Grafting of vegetables. *J. Japan. Soc. HortScience*. 67(6): 1098-1104.
- Lee, JM; Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews*. 28: 61-124.

- Martínez, PM. 2009. Evaluación de métodos de injertación en genotipos de tomate (*Lycopersicon* spp). Tesis MsC. Oaxaca, México, Instituto Politécnico Nacional. 75p.
- McAvoy, R. 2005. Grafting Techniques for Greenhouse Tomatoes (en línea) Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/grafting-techniques-for-greenhouse-tomatoes>
- Megias, M; Molist, P; Pombal MA. 2018. Atlas de Histología Vegetal y Animal: Órganos vegetales Tallo, Universidad de Vigo, Vigo, España.
- Méndez, EF; Amaya, JE. 2013. Fenología y producción de masa fresca y oleorresina de jengibre (*Zingiber officinale* r.) con diferente materia orgánica. Ciencia y tecnología. 9(2): 182.
- Mora, LM. 2002. Cultivo del tomate. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 38p.
- 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.
- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Food and Fertilizer Technology Center (en línea). Consultado 21 mar. 2019. Disponible en <http://www.ffc.agnet.org/library.php?func=view&id=20110803135029>
- Oda, M. 2002. Grafting of vegetable crops. Sci. Rep. Agr. and Biol. Sci. Osaka Pref. Univ. 54: 49-72.
- Quillupangui Paucar, PE. 2013. Evaluación de dos porta-injertos en la producción vegetativa de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum cav.*) eco tipo gigante anaranjado en el Cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Tesis Ing. Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 61p.
- Ruiz R, LR. 2017. Efecto de Dos Tipos de Injerto en la Micro morfología y Fisiología del Cultivo del Pepino. Tesis. Ing. Saltillo, Coahuila, México, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 73p.
- Salvo del P, J; Guzmán L, A; Núñez F, M. 2013. Guía de campo injertación del palto *Persea americana Mill*, cultivar Hass. Boletín INIA, La Cruz, Chile. 84p.
- Savvas, D; Colla, G; Roupael, Y; Schwarz, D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. Scientia Horticulturae. 127: 156-161.
- TAKII SEED. 2015. Variedades de tomate utilizadas como patrones (en línea) Consultado 20 mar. 2019. Disponible en http://www.takiiseed.com/goods_list/goods_list_2.php?called=category&vctg_no=32

- Turquois, N; Malone, M. 1996. Non-destructive assessment of developing hydraulic connections in the graft union of tomato. *J. Exper. Bot.* 47: 701-707.
- 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, MDJ. 2013. Anatomía y manejo agronómico de plantas injertadas en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis Ing. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.153 p.
- Villasana Rojas, JA. 2010. Efecto del injerto en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en Nuevo León. Tesis Ing. Nuevo león, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 84 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable porcentaje de éxito del injerto, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Porcentaje de éxito	12	0.86	0.81	8.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1435.19	3	478.40	16.26	0.0009
Error	235.41	8	29.43		
Total	1670.60	11			

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable altura de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV (%)
Altura	12	0.37	0.13	18.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	21.66	3	7.22	1.54	0.2766
Error	37.41	8	4.68		
Total	59.07	11			

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable número de hojas de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

Variable	N	R²	R² Aj	CV (%)
Número de hojas	12	0.79	0.72	26.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	9.56	3	3.19	10.20	0.0041
Error	2.50	8	0.31		
Total	12.06	11			

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de la plántula después de injertado, en el Centro Experimental Las Mercedes-UNA, 2019.

Variable	N	R²	R² Aj	CV (%)
Altura	12	0.10	0.00	7.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.04	3	0.01	0.31	0.8158
Error	0.34	8	0.04		
Total	0.38	11			