



MACROPROCESO DE APOYO	CÓDIGO: AAAr113
PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO	VERSIÓN: 5
DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	VIGENCIA: 2021-04-19
	PÁGINA: 1 de 1

Código de la
dependencia.

FECHA	30/06/2021
--------------	------------

Señores
UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
BIBLIOTECA
Ciudad

UNIDAD REGIONAL	Extensión Facatativá
TIPO DE DOCUMENTO	Pasantía
FACULTAD	Ciencias Agropecuarias
NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO	Pregrado
PROGRAMA ACADÉMICO	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN
Herrera Baquero	Yamith Stiven	1073178064

Director (Es) y/o Asesor(Es)
del documento:

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS
Hernández Contreras	Diego Alexander

TÍTULO DEL DOCUMENTO
EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE UN PORTAINJERTO DE VIGOR PARA TOMATE (<i>Solanum lycopersicum L.</i>) VS UNA PLANTA FRANCA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN SANTA SOFIA, BOYACÁ.

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Agrónomo

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS

1/06/2021	64
-----------	----

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Portainjerto	1. Rootstock
2. Agronomico	2. agronomic
3. Cubierta completa	3. Full cover
4.	4.
5.	5.
6.	6.

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):
--

La presente investigación se estableció como opción de grado bajo la modalidad de pasantía. Se realizó una evaluación agronómica de un portainjerto de vigor para tomate (*Solanum lycopersicum* L.) vs una planta franca bajo condiciones de invernadero en Santa Sofia, Boyacá. La investigación se realizó bajo la infraestructura de cubierta completa donde se establecieron 170 plantas injertadas y 170 plantas francas; las variables a medir durante la investigación fueron: sanidad de la planta, número de racimos, número de frutos, peso de frutos y el total de kilos producidos de tomate primera, segunda y tercera calidad. Por consiguiente, este proyecto plantea determinar si el portainjerto de vigor para tomate es más rentable que una planta franca, siendo estos dos sometidos al mismo manejo agronómico y condiciones agroecológicas. La evaluación determinó que la planta injertada es más productiva con un mayor número de frutos de primera calidad, lo cual indica que el uso de portainjertos de vigor como Green Rise garantizan un buen desarrollo del cultivar, brindándole a los productores una mayor rentabilidad.

The present investigation was established as a degree option under the internship modality. It was made an agronomic evaluation of a vigor rootstock for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) vs a frank plant under greenhouse conditions in Santa Sofia, Boyacá. The research was carried out beneath a complete roof infrastructure where 170 grafted plants and 170 free plants were installed ; The variables to be measured during the research were: plant health, number of clusters, number of fruits, weight of fruits and the total of kilos produced of first, second and third quality tomatoes. Therefore, this project proposes to determine whether the rootstock of vigor for tomato is more profitable than a frank plant, when these two are subjected to the same agronomic management and agroecological conditions. The evaluation determined that the grafted plant is more productive with a greater number of first-quality fruits, which indicates that the use of vigorous rootstocks such as Green Rise guarantees a good development of the cultivar, providing producers a higher profitability.

FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)

Allende, M., Salinas, L., & Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero.

Ayerbe, L. y Ceressuela J. L. Germinación de especies endémicas españolas. Anales del INIA. Serie Forestal, 1982, vol. 6, p. 17-41.

Betancur Pérez, J. F. (2012). Identificación y caracterización molecular de virus transmitidos por mosca blanca *Bemisia tabaci* que infectan tomate en la región andina de Colombia. Doctorado en Ciencias Agrarias.

BIMA P., 2014, Sistemas de producción de cultivos intensivos, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.

Cámara de Comercio de Bogotá CCB. (2015). Manual Tomate. Programa De Apoyo Agrícola Y Agroindustrial Vicepresidencia De Fortalecimiento 77 Empresarial Cámara De Comercio De Bogotá, 1–56.

Centro Nacional de Datos de Plantas, NRCS, USDA. Baton Rouge, LA 70874-4490 EE. UU. <http://plants.usda.gov> Solanum lycopersicum

CEPEDA Siller, Melchor; 2009; El Tomate Rojo: Cultivo y control parasitológico. Mexico D.F. PP 12 – 17

Conti, M. E. (2016). Dinámica De La Liberación Y Fijación De Potasio En El Suelo. Buenos Aires: Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Corpoica (2013) tecnología para el de tomate bajo condiciones protegidas 13-19 – 63- 114-115 -201- 287- 420 -430 y 436 p.

Echevarría, P. H. (2007). Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de planta, portainjertos. Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros, 199, 12-25.

FAOSTAT. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/>.

Faostat. 2019. Cultivos. De : <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Consultado: Octubre/15/2019.

Gomez, A. M. (2011, abril). El injerto de plantas de tomate. www.poscosecha.com - https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/post/Does_anybody_have_research_results_concerning_using_other_Solanaceae_rootstocks_for_tomato_grafting/attachment/59d638e5c49f478072ea5aa9/AS:273706524315652@1442268128894/download/El+injerto+en+plantas+de+tomate.pdf.

Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. (2019). Productos registrados bioinsumos - Agosto 23 de 2019. Obtenido de: <https://www.ica.gov.co/getdoc/2ad9e987-8f69-4358-b8a9-e6ee6dcc8132/productos-bioinsumos-mayo-13-de-2008.aspx>. Consultado: Octubre/17/2019.

JARAMILLO J.; RODRÍGUEZ, V. P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA. M.; RENGIFO, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Colombia.

JARAMILLO N, J.E.; RODRÍGUEZ V.P.; GUZMÁN, A.M Y ZAPATA C., M.A. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero. Rionegro, Antioquia: boletín técnico 21. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, C.I La Selva.

Jaramillo N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán A. M., & Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mill), 1–48.

Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., M., Z., & Rengifo, T. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Medellín: CTP Print.

López-Elías, J., Romo, A. R. F., & Domínguez, J. G. (2008). Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. & Nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *Idesia (Arica)*, 26(2), 13-18.

Martínez AK, Morales FJ, Vallejo FA. Caracterización molecular de un begomovirus del tomate en el Valle del Cauca, Colombia, y búsqueda de fuentes de resistencia para el mejoramiento de la variedad Unapal Maravilla. *Acta Agron.* 2008;57(3):167-173

Martínez P., F. (2001). Cultivo del tomate en invernadero frío. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Agencia Española de Cooperación Internacional. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Octubre de 2001. 15p.

MARTÍNEZ, P.F. 2001. Cultivo de tomate en invernadero frío. pp. 70-78. En: Memorias del curso Horticultura Protegida. 22 a 26 de octubre de 2001. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- Medina, A.; Cooman, A. y Escobar, H. (2000). Riego y Fertilización. En: Escobar, H. y Lee, R. (eds.) Producción de Tomate bajo invernadero. Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Merlet Badilla, H., Navarro Villarroel, A., & Rosales, C. (2016). Manual técnico productivo y económico Vid. (Pub. CIREN N° 193).
- MIRANDA, D., G. FISCHER, C. CARRANZA, M. RODRÍGUEZ, O. LANCHERO AND J.C. BARRIENTOS. 2009. Characterization of productive systems of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in producing zones of Colombia. *Acta Hort.* 821, 35-46.
- Monardes, H. (2009). 1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO EN LA REGIÓN, PAÍS Y EL MUNDO. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), 5.
- Morales, F. J., Tamayo, P. J., Castaño, M., Olaya, C., Martínez, A. K., Velasco, A. C. (2009). Enfermedades virales del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Colombia / viral diseases of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 33(1), 23–27
- IGAC, (1988). Recuperado 6 May 2021, de <http://www.santasofia-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Prasannath K, Dharmadasa KNP, De Costa DM, Hemachandra KS. Variations of incidence, types of virus diseases and insect vector populations of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), grown in different agroecological regions of Sri Lanka under two crop management systems. *Trop Agric Res.* 2014;25(3):376-395.
- Rosero Apraez, J. D. (2017). Evaluación del rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de tomate chonto (*solanum lycopersicum* L.) cultivar gem-604 f1 en dos sistemas de siembra bajo invernadero en el municipio de funza cundinamarca (Doctoral dissertation).
- VALLEJO F.A. y OROZCO L.D. 1974, Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) a diferentes sistemas de poda. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira
- Vargas Torres, M. C. (2016). Evaluación de podas en tomate chonto (*lycopersicum esculentum*) cultivar calima, bajo condiciones de invernadero, en la granja la esperanza, vereda guavio bajo (fusagasugá) (Doctoral dissertation).
- ZEIDAN, O. 2005. Tomato production under protected conditions. Israel: Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. 99

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación. En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)

SI

NO

1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento, medio físico, electrónico y digital	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional con motivos de publicación, en pro de su consulta, vicivilización académica y de investigación.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor. De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, *“Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”*, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS

Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):
Información Confidencial:
Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si NO
En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

LICENCIA DE PUBLICACIÓN

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El (Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el "Manual del Repositorio Institucional AAAM003"

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.




Nota:

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del trabajo.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE UN PORTAINJERTO DE VIGOR PARA TOMATE	1. Texto
2,	
3,	
4,	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafo)
Herrera Baquero Yamith Stiven	

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE UN PORTAINJERTO DE VIGOR PARA
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) VS UNA PLANTA FRANCA BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN SANTA SOFIA, BOYACÁ.**

Trabajo de grado en modalidad Pasantía

Yamith Stiven Herrera Baquero

**Universidad de Cundinamarca. Extensión Facatativá
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Programa de Ingeniería Agronómica
Facatativá 2021**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE UN PORTAINJERTO DE VIGOR PARA
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) VS UNA PLANTA FRANCA BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN SANTA SOFIA, BOYACÁ.**

Trabajo de grado en modalidad Pasantía

Yamith Stiven Herrera Baquero

Asesor trabajo de grado

Diego Alexander Hernández Contreras

**Universidad de Cundinamarca. Extensión Facatativá
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Programa de Ingeniería Agronómica
Facatativá
2021**

PRELIMINARES DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento con los requisitos exigidos por la Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá, para optar por el título de Ingeniero Agrónomo

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Facatativá, mayo del 2021

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	18
INTRODUCCIÓN.....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
JUSTIFICACIÓN.....	23
OBJETIVOS.....	25
OBJETIVO GENERAL	25
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	25
MARCO TEORICO.....	26
Origen:.....	26
Clasificación taxonómica	26
Morfología.....	27
Fenología del cultivo de tomate.	28
Requerimientos del cultivo.....	29
Temperatura	29
Humedad	29
Luminosidad.....	30
Suelo.....	30
Riego	30
Fertilización.....	31

COSECHA	32
PORTAINJERTOS.....	33
¿Qué es un portainjerto?.....	33
Generalidades	33
Métodos de injertación	35
Método de empalme o aproximación	35
Método de púa.....	35
Método de tubo	36
Criterios para obtener un buen injerto.....	36
DISEÑO METODOLÓGICO	38
Ubicación	38
Infraestructura y Equipos:	39
Metodología.	40
Material Vegetal y Manejo Agronómico.....	41
RESULTADOS	45
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFIA.....	62
ANEXOS.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Descripción morfológica del tomate. tomado de: (Cámara de Comercio de Bogotá CCB. 2015).....	27
Figura 2 Fases fenológicas del cultivo de tomate. Tomado de : (Jaramillo Noreña, P. J., Rodríguez, V. P., Gúzman, A., & Zapata, M. A.,2006).)	28
Figura 3 Estados de madurez del Tomate (Cámara de Comercio de Bogotá CCB. 2015)	32
Figura 4 representación portainjerto Fuente propia	33
Figura 5 marchitamiento por Fusarium sp. Fuente propia.....	34
Figura 6 Buen llenado de fruto generado por un portainjerto Fuente propia.....	34
Figura 7 Método de injertación por empalme tomado de (Gomez,2011).....	35
Figura 8 Método de injertación por púa tomado de (Lopez,2008)	36
Figura 9 Metodo de injertación por tubo tomado de (Lopez,2008).....	36
Figura 10 Bandeja de injertos en su proceso de cicatrización Fuente propia	37
Figura 11 División política Santa Sofia, Boyacá Tomado de: (IGAC,1988)	39
Figura 12 Distribución del diseño experimental dentro de los invernaderos.....	40
Figura 13 Ficha técnica del portainjerto Green Rise	42
Figura 14 Escala cualitativa para la maduración Tomado de: (Rosero,2017)	43
Figura 15 Escala cualitativa para el grosor de pared Tomado de: (Rosero,2017)	44
Figura 16 Escala cualitativa para el llenado de fruto Tomado de: (Rosero,2017).....	44
Figura 17 Germinación portainjerto Green Rise.....	46
Figura 18 Trasplante del portainjerto en campo	47

Figura 19 Estado de la raíz de las plantas al momento de trasplante.....	48
Figura 20 Altura de la planta 65 ddt	49
Figura 21 Producción kilogramos totales frutos cosechados	49
Figura 22 Clasificación Comercial Frutos Cosechados	50
Figura 23Desarrollo portainjerto Green Rise 136 ddt.....	51
Figura 24 Desarrollo Roble F1 136 ddt	51
Figura 25 Numero de racimos 160ddt	52
Figura 26Numero de frutos cosechados por calidad.....	53
Figura 27 Peso promedio calculado de los frutos	53
Figura 28 Frutos cosechados planta injertada 65 ddt.....	54
Figura 29 Frutos cosechados 115ddt.....	55
Figura 30Frutos Cosechados 136 ddt.....	55
Figura 31 rendimiento calculado 160 ddt	58
Figura 32 Calculadora de beneficios planta franca vs injerto.....	59

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se estableció como opción de grado bajo la modalidad de pasantía. Se realizó una evaluación agronómica de un portainjerto de vigor para tomate (*Solanum lycopersicum L.*) vs una planta franca bajo condiciones de invernadero en Santa Sofía, Boyacá. La investigación se realizó bajo la infraestructura de cubierta completa donde se establecieron 170 plantas injertadas y 170 plantas francas; las variables a medir durante la investigación fueron: sanidad de la planta, número de racimos, número de frutos, peso de frutos y el total de kilos producidos de tomate primera, segunda y tercera calidad. Por consiguiente, este proyecto plantea determinar si el portainjerto de vigor para tomate es más rentable que una planta franca, siendo estos dos sometidos al mismo manejo agronómico y condiciones agroecológicas. La evaluación determinó que la planta injertada es más productiva con un mayor número de frutos de primera calidad, lo cual indica que el uso de portainjertos de vigor como Green Rise garantizan un buen desarrollo del cultivar, brindándole a los productores una mayor rentabilidad.

Palabras clave: *Portainjerto, agronómico, Cubierta completa.*

ABSTRACT

The present investigation was established as a degree option under the internship modality. It was made an agronomic evaluation of a vigor rootstock for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) vs a frank plant under greenhouse conditions in Santa Sofia, Boyacá. The research was carried out beneath a complete roof infrastructure where 170 grafted plants and 170 free plants were installed ; The variables to be measured during the research were: plant health, number of clusters, number of fruits, weight of fruits and the total of kilos produced of first, second and third quality tomatoes. Therefore, this project proposes to determine whether the rootstock of vigor for tomato is more profitable than a frank plant, when these two are subjected to the same agronomic management and agroecological conditions. The evaluation determined that the grafted plant is more productive with a greater number of first-quality fruits, which indicates that the use of vigorous rootstocks such as Green Rise guarantees a good development of the cultivar, providing producers a higher profitability.

Keywords: *Rootstock, agronomic, Full cover.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es un producto muy importante dentro de la dieta colombiana; es una de las hortalizas que posee gran importancia nutricional ya que es fuente de vitaminas y minerales, se cultiva principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Norte de Santander, Valle de Cauca, Boyacá, Huila, Antioquia, Risaralda y Caldas (Miranda et al., 2009).

La producción del cultivo del tomate, debe cumplir ciertas condiciones que le permitan su ingreso al mercado. En los últimos años el rendimiento promedio en kg, bajo el sistema de invernadero se consolidó con una producción entre 5 y 6 kg/planta, superando la producción que se obtiene a campo abierto que alcanza los 1,5 y 2kg/planta (Jaramillo et. al, 2007).

Los productores de Colombia que desean alcanzar este nivel de producción deben desarrollar un manejo agronómico adecuado del cultivo, esto con el fin de evitar grandes pérdidas por las diversas plagas y enfermedades que se puedan presentar a lo largo del ciclo; los factores que más pueden afectar la producción de tomate son las enfermedades virales ya que estas son transmitidas por vectores como la mosca blanca, trips, áfidos y cicadélidos (Prasannath et al., 2014).

Martínez et al. (2008), señalan que “en Colombia se han identificado al menos 14 virus diferentes afectando el cultivo de tomate dentro de los cuáles los más limitantes para la producción son el Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), Tomato spotted wilt virus (TSWV) y Beet curly top virus (BCTV)”. Por este motivo, el productor debe buscar alternativas para combatir estos problemas fitosanitarios, ya sea implementando variedades de tomate resistentes a

enfermedades específicas o controlando con aplicaciones los vectores que pueden transmitir las enfermedades (Vargas, 2016).

Cabe resaltar que el consumidor final también busca alimentos sanos, inocuos y saludables, cuya producción se haya dado social y ambientalmente responsable. Es por esto, que la siembra bajo invernadero es una práctica que se viene trabajando en el país como una opción de transformación de este tipo de cultivos, promoviendo que las áreas sean más productivas y rentables (Corpoica, 2013).

Bajo este marco, esta investigación tiene como finalidad determinar si el portainjerto evaluado de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es más rentable en comparación con la planta franca, siendo sometidos al mismo manejo agronómico, con el fin de obtener el mejor rendimiento del cultivar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia el rendimiento promedio por hectárea del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es de 25 ton/ha, esta producción está dada en condiciones de campo abierto; en lugares con alturas entre los 0 y 2.100 m.s.n.m. pero es importante destacar que cuando las condiciones en estos lugares son de extrema sequía o lluvia, estas tienden a afectar la productividad de los cultivos por los cambios extremos de temperatura y humedad relativa, lo que favorece el ataque de plagas y enfermedades, por lo cual el productor utiliza una cantidad mayor de agroquímicos y fertilizantes para lograr una mayor productividad, debido a este suceso los costos de producción aumentan, y se genera un impacto considerable de contaminación al medio ambiente (Jaramillo et al., 2007).

Por otro lado, el establecimiento en invernadero ofrece ventajas como el incremento en la producción y la calidad e inocuidad del producto, además se evidencia una reducción en los costos de producción, ya que el uso de plaguicidas y fertilizantes disminuye. Sin embargo, para obtener producciones de 5 y 6 kilogramos de frutos por planta, de buen tamaño y de calidad, el agricultor debe tener en cuenta diversos aspectos como la elección de la variedad o híbrido a establecer, debido a que no todas las variedades de tomate ofrecen las mismas respuestas fisiológicas lo que puede causar que la producción se vea realmente afectada. De este análisis surge la pregunta ¿es posible brindar al productor un portainjerto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) capaz de adaptarse a las condiciones agroecológicas del municipio de Santa Sofía, Boyacá para que obtenga un óptimo nivel productivo?

JUSTIFICACIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum L.*) es una hortaliza de importancia comercial y económica en el mundo, para 2017 la producción mundial fue de 182.301.395 toneladas (Faostat, 2019). En Colombia es una de las ocho hortalizas que mayor producción generan ya que es un producto básico de la canasta familiar y de gran valor para la agricultura del país.

En Sudamérica los países que cuentan con mayor producción de tomate son en su orden Brasil, Chile, Argentina y Colombia (FAOSTAT, 2007). Este último ocupando una producción para el año 2019 de 714.314 toneladas (Cámara de Comercio de Bogotá CCB, 2015). Sin embargo, el rendimiento promedio medido hasta 2017, fue de 34 Ton/ha, presentado un rendimiento menor de este cultivo en comparación con otros países como Brasil con 69 Ton/ha y Chile con 63 Ton/ha (Morales et al., 2009).

Jaramillo et al (2006) indica que “las causas principales de la disminución en la producción del cultivo de tomate son generadas por los cambios extremos de las condiciones climáticas que dominan las regiones de siembra, debido a que los cambios extremos de humedad y temperatura favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades” otra causa son las enfermedades virales, en especial aquellas causadas por virus del género Begomovirus siendo el grupo más destructivo de virus que infectan plantas dicotiledóneas en regiones tropicales y subtropicales en el mundo (Prasannath et al., 2014).

Dado que la incidencia de enfermedades genera el bajo rendimiento en los cultivos de tomate, los productores tienden a usar mayor cantidad de plaguicidas a fin de mejorar la productividad, lo cual genera un aumento en los costos de producción, disminuyendo la

rentabilidad y se genera un aumento considerable en la contaminación ya que lo principales plaguicidas usados son de síntesis química (Jaramillo et al, 2007). Por este motivo una alternativa para el control de plagas y enfermedades son los bioinsumos. (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019). Señala que “La totalidad de bioinsumos registrados, 149 son a base de microorganismos, de estos, 25 productos son para cultivo de tomate. En cuanto a productos de origen vegetal se encuentran registrados 38 de los cuales, siete son para el cultivo de la hortaliza mencionada” (p.15). Esto confirma un aumento del uso de productos biológicos para el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) que al mismo tiempo representa una disminución en la contaminación al medio ambiente.

Respecto a los virus pertenecientes al género Begomovirus que infectan el cultivo de tomate en zonas productoras de Colombia, (Betancur,2012) indica que “una estrategia de control de virus en plantas, es el mejoramiento genético orientado a buscar fuentes de resistencia a Begomovirus bipartitas endémicos de Colombia los cuales se obtienen mediante la evaluación de bancos de germoplasma” (p.20).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características agronómicas de un portainjerto de vigor para tomate (*Solanum lycopersicum L.*) vs una planta franca bajo condiciones de invernadero en Santa Sofía, Boyacá.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer algunos parámetros de crecimiento de la planta injertada y la planta franca.
- Determinar los rendimientos de producción de la planta injertada vs la planta franca.
- Comparar la calidad de los frutos obtenidos con la planta injertada y la planta franca en etapa de postcosecha.
- Analizar los costos de implementación del portainjerto en relación a la rentabilidad.

MARCO TEORICO

Origen:

Zeidan (2005) afirma “El tomate es originario de América del Sur, de la región Andina (Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia), existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres” (p.1) Sin embargo, las evidencias indica que la región de Veracruz y Puebla, en México, es el centro de domesticación del tomate, antes de ser conocido en Europa y Asia (Vallejo, 1974, p25).

En Colombia se encuentra disperso por todo el país, pues se cultiva en 19 departamentos; sin embargo, más del 80% de la producción está concentrada en los departamentos de Norte de Santander Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Santander (Cámara de Comercio de Bogotá CCB. 2015, p10)

Clasificación taxonómica

Tabla 1

Clasificación taxonómica del tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

Reino:	Plantae
Subreino:	Viridiplantae
Infrareino:	Streptophyta
Superdivisión:	Embryophyta
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Spermatophytina
Clase:	Magnoliopsida
Super orden:	Asteranae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum L.
Nombre científico:	Solanum lycopersicum L.

Nota. Datos tomados de Tomado de: centro nacional de plantas ITTS

Morfología

El tomate es una planta perenne anual de porte arbustivo la cual se desarrolla de forma rastrera semierecta o erecta. Según el hábito de crecimiento, las variedades se pueden dividir en determinadas e indeterminadas. En las variedades determinadas el crecimiento es limitado, de tipo arbustivo, bajo, compacto y la producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto. Las indeterminadas presentan inflorescencias laterales y su crecimiento vegetativo es continuo (CENTA, 1996). En la ilustración 1 se puede apreciar la descripción morfológica del tomate

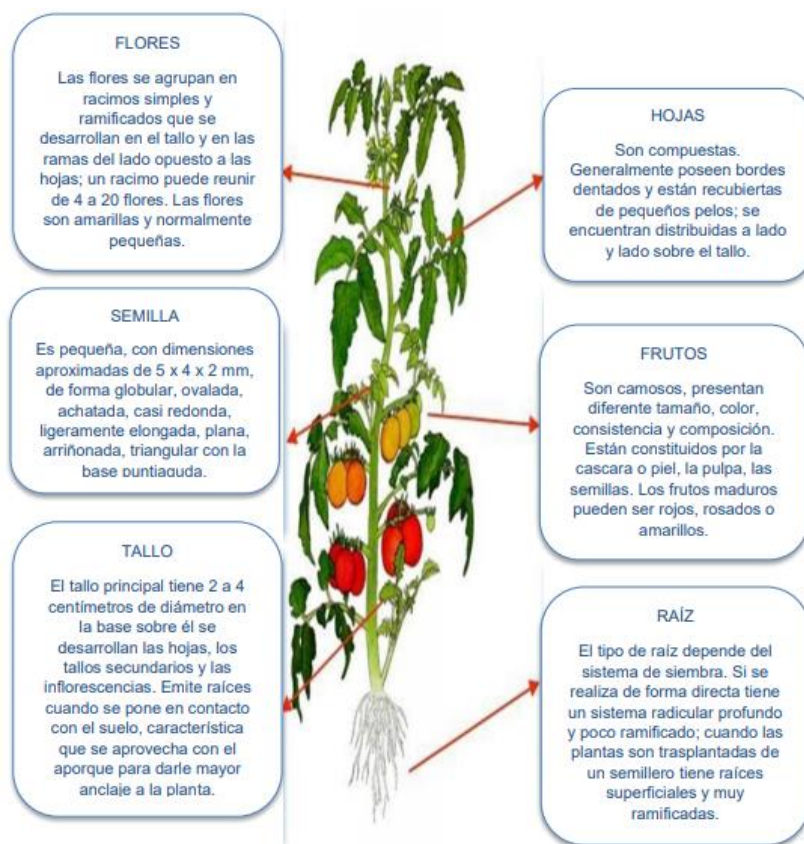


Figura 1. Descripción morfológica del tomate. tomado de: (Cámara de Comercio de Bogotá CCB. 2015)

Fenología del cultivo de tomate.

La fase de desarrollo vegetativo de la planta de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) comprende cuatro subetapas que se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días del trasplante hasta la aparición de la primera inflorescencia. (Jaramillo Noreña, P. J., Rodríguez, V. P., Gúzman, A., & Zapata, M. A., 2006). Una vez florece la planta se inicia la fase reproductiva, que incluye la etapa de floración que se inicia a los 25 - 30 días después del trasplante, desde la formación del fruto y su llenado hasta la madurez para su cosecha, entre los 85 a 100 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración cercana a los 180 días. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses cuando el cultivo se lleva a diez racimos (Martínez, 2001). En la ilustración 2 se puede apreciar el desarrollo fenológico del cultivo de tomate.0

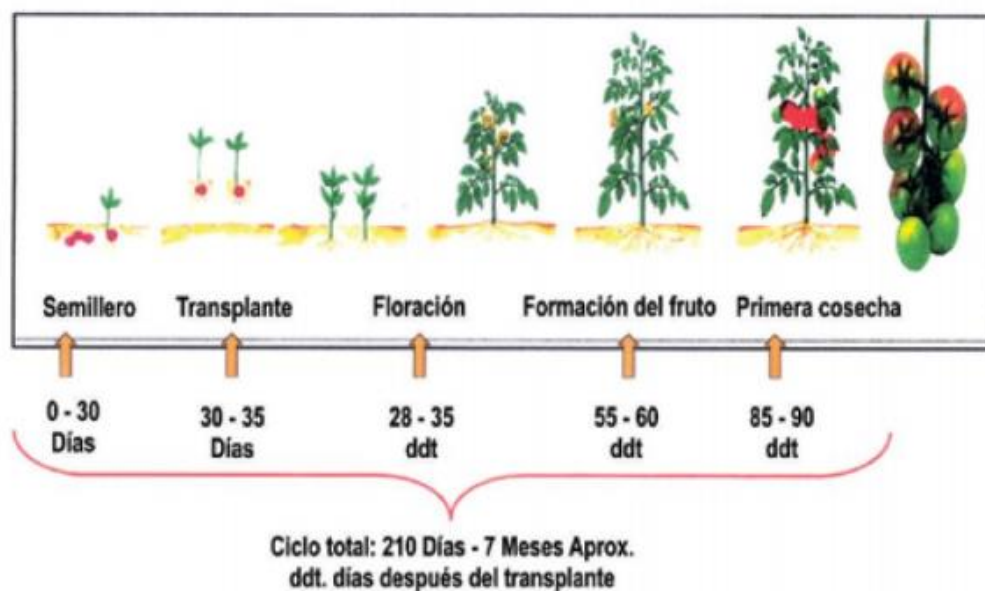


Figura 2 Fases fenológicas del cultivo de tomate. Tomado de : (Jaramillo Noreña, P. J., Rodríguez, V. P., Gúzman, A., & Zapata, M. A., 2006.)

Requerimientos del cultivo

Temperatura

Tabla 2

Relación de temperatura en los diferentes estados de desarrollo de las plantas.

Estado de desarrollo	T. Minima (°C)	T. Optima (°C)	T. Maxima (°C)
Germinación	11	16-29	34
Crecimiento	18	21-24	32
Fecundación	13	15-25	30
Cuajado del fruto durante el día	18	23-26	32
Cuajado del fruto durante la noche	10	14-17	22
Producción de pigmento rojo (licopeno)	10	20-24	30
Producción de pigmento amarillo (β Caroteno)	10	21-23	40
Temperatura del suelo	12	20-24	25

Nota. Datos tomas de (Martínez 2001; Zeidan 2005)

Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate oscila entre 60 y 80 % ya que humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Allende,2017). De igual manera el rajado del fruto puede tener su origen en un exceso de humedad en el suelo o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También, una humedad relativa baja, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Cepeda, 2009)

Luminosidad

La luminosidad en el cultivo de tomate es muy importante, además del crecimiento vegetativo de la planta, el tomate requiere al menos 6 horas diarias de luz directa para florecer. Estos valores reducidos pueden incidir de forma negativa sobre este proceso la fecundación y desarrollo vegetativo de la planta. En los sistemas bajo invernadero es importante realizar la debida limpieza de la cubierta plástica para permitir el mayor paso de luminosidad posible (Allende,2017). El tomate rojo es un cultivo insensible a la duración del día, sin embargo, necesita buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la absorción de luz solar especialmente en época de lluvias cuando la radiación es más limitada (Rodríguez, 2006).

Suelo

Los suelos sueltos, bien aireados y con buen drenaje; con buena capacidad de retención de humedad, de texturas franco a franco arcillosas, con altos contenidos de materia orgánica (>5%). pH entre 5,8 y 6,8 (Zeidan, 2005).

Riego

Las necesidades hídricas del cultivo dependen de diferentes variables como: las condiciones climáticas, tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y pendiente del terreno. El primer riego se debe realizar, inmediatamente después del trasplante y luego riegos periódicos. En las primeras semanas el aporte de agua debe ser bajo porque el sistema radicular A medida

que se desarrolla y crece la planta, el consumo de agua va incrementando progresivamente hasta formar el primer racimo floral (Medina, 2000).

En el cultivo bajo invernadero se sugiere realizar el riego con base en el estado que se encuentre el cultivo:

- Plantas recién trasplantadas: 0,5 - 1 L de agua x m² al día.
- Plantas con 5 – 8 racimos en crecimiento: 3 – 4 L de agua x m² al día.
- Inicio a final de la cosecha: 4 – 5 L de agua x m² al día

Fertilización

En términos generales se puede decir que el cultivo de tomate extrae a razón de 80- 200 kg ha⁻¹ de N, 50- 100 kg ha⁻¹ de P y 120- 200 kg ha⁻¹ de K dependiendo de las condiciones de cultivo. El P se aplica a razón de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ en la siembra, el N a razón de 120 kg, desde siembra a floración y el potasio, antes de floración en una dosis de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Cuando se fertiliza con NH₄ requiere un nivel más alto de K que con NO₃, ya que las sales de NH₄ fijan el K a las arcillas, pero mejoran la absorción de P. La mayor eficiencia en absorción de K se da durante el estadio de plántula, un segundo período importante es en los primeros estadios de desarrollo del fruto, donde ocurre la mayor tasa de acumulación de K es importante resaltar que cuando se presenta una situación de estrés de agua en fructificación se limita la absorción y translocación de K desde la raíz y puede disminuir la producción de frutos (Bima, 2014).

Tabla 3

Requerimientos nutricionales para la planta de tomate.

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES (g/planta)	
N	21,4
P	3,1
K	29,5
Mg	1,1
Ca	3,8
S	3,4

Nota. Datos tomados de (Vargas,2016)

COSECHA

El índice de madurez se puede definir en dos tipos: fisiológico y comercial, el primero nos indica al momento en el cual el fruto ha alcanzado el máximo crecimiento y maduración y el segundo, es aquel que cumple con las condiciones que requiere el mercado.


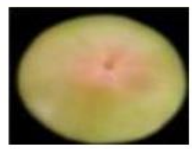
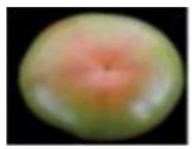

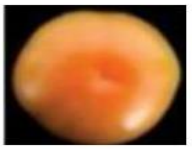
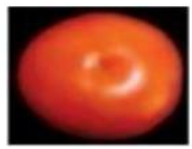
		
Grado 1 de madurez del tomate.	Grado 2 de madurez del tomate.	Grado 3 de madurez del tomate.
1. Verde maduro: La superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según la variedad.	2. Verde claro: Hay un cambio de color amarillo, rosado o rojo en no mas del 10% de la superficie del fruto.	3. Pinton: entre un 10% a un 30% de la superficie del fruto presenta color amarillo pálido, rosado-rodo, o una combinacion de ambos.
		
Grado 4 de madurez del tomate.	Grado 5 de madurez del tomate.	Grado 6 de madurez del tomate.
4. Rosado: Entre 30% a 60% de la superficie muestra color rosado o rojo.	5. Rojo claro: Entre un 60% hasta un 90% de la superficie es de color rojo	6. Rojo: Mas del 90% de la superficie es de color rojo.

Figura 3 Estados de madurez del Tomate (Cámara de Comercio de Bogotá CCB. 2015)

PORTAINJERTOS

¿Qué es un portainjerto?

Un portainjerto (también denominado patrón o pie) es una planta, incluso a veces solo las raíces y un poco del tallo de una de ellas, que ya tiene desarrollado un sistema radicular adecuado y que se usa para injertar sobre él una yema o un pequeño esqueje de otra planta. (Merlet,2016).



Figura 4 representación portainjerto Fuente propia

Generalidades

Generalmente los portainjertos se emplean cuando se presentan problemas en el suelo como los son enfermedades y baja fertilidad. Además, estos se caracterizan por alargar los ciclos productivos y aumentar considerablemente las producciones.



Figura 5 marchitamiento por Fusarium sp. Fuente propia



Figura 6 Buen llenado de fruto generado por un portainjerto Fuente propia

Métodos de injertación

Método de empalme o aproximación

En el método de empalme se debe realizar un corte del patrón en bisel por debajo o por encima de ellos de los cotiledones y colocar el clip en su extremo seguidamente se realiza el corte de la variedad en bisel de igual ángulo que el patrón, al nivel que tenga el mismo diámetro que el portainjerto en el punto de corte. Luego se procede a insertar el brote de la variedad en el clip, de manera que se pongan en contacto las dos zonas de corte (Gomez,2011).



Figura 7 Método de injertación por empalme tomado de (Gomez,2011).

Método de púa

El método de púa consiste en decapitar el portainjerto por encima de la 3^a-4^a hoja y hacer una incisión en el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1,5 cm. Seguidamente se realiza un corte del brote terminal de la variedad por bajo de la 2^a-3^a hoja más joven. Se hace un bisel en su extremo inferior y se procede a introducir la púa en la hendidura del portainjerto para luego unir con cinta o pinza (Gomez,2011).

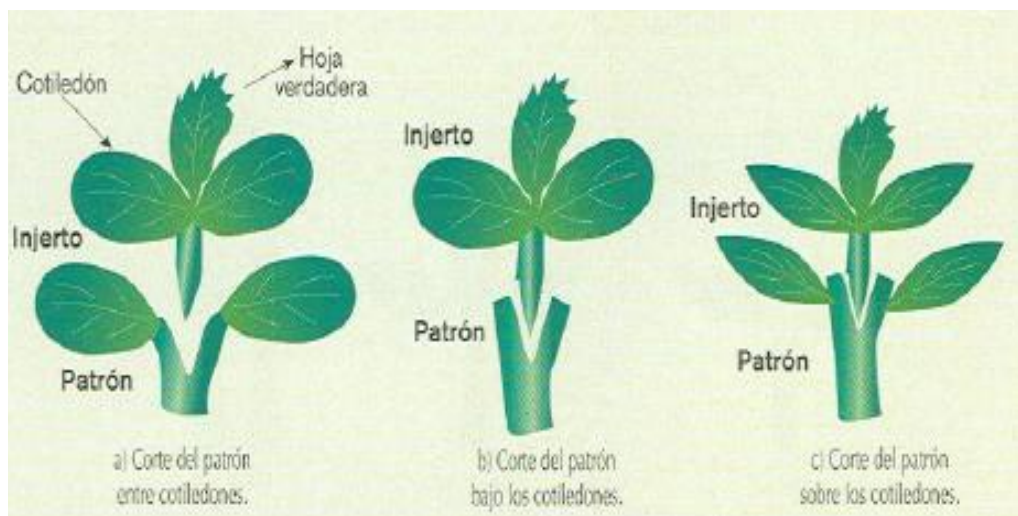


Figura 8 Método de injertación por púa tomado de (Lopez,2008)

Método de tubo

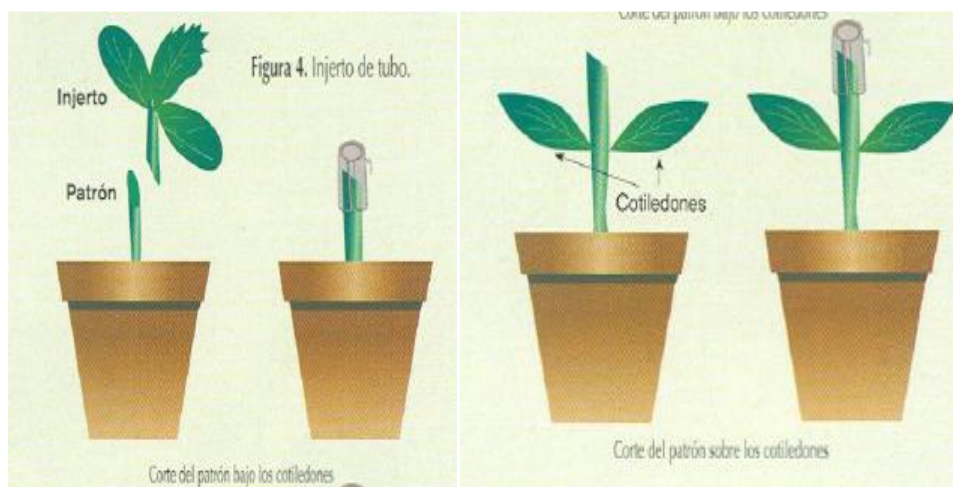


Figura 9Metodo de injertación por tubo tomado de (Lopez,2008)

Criterios para obtener un buen injerto

- Deben coincidir la siembra del injerto y del portainjerto o patrón.
- Un día antes de realizar el injerto se debe someter estrés hídrico al portainjerto.

- Realizar un corte en diagonal tanto al patrón como al injerto. Los cortes deben realizarse por encima de los dos cotiledones en el patrón y en el injerto por debajo de los cotiledones.
- Se procede a unir los dos cortes y a sujetar con un clip.
- Mantener las plantas recién injertadas en ambiente cálido (25-30 °C) y húmedo, 80-90 % de humedad relativa, en túneles de plástico o cámaras de reproducción, durante 7 días.
- Colocar seguidamente las plantas en las condiciones climáticas del semillero, fuera de los túneles de plástico o cámaras de reproducción, durante 4 días, para que se aclimaten.
- Mantener el clip por un período total de 12 días, hasta que se produzca la cicatrización del injerto.



Figura 10 Bandeja de injertos en su proceso de cicatrización Fuente propia

DISEÑO METODOLÓGICO

Ubicación

El proyecto se llevó a cabo en una finca ubicada el municipio de Santa Sofia (Boyacá) con una altura de 2208 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 14°C, pluviosidad media de 955 mm/año. Las coordenadas geográficas son Latitud: 5.717 Longitud: -73.533 Latitud: -73.6 5° 43' 1" Norte, 73° 36' 0" Oeste

El municipio de Santa Sofía se encuentra ubicado en la Provincia de Ricaurte en el departamento de Boyacá. Este se encuentra situado a 12 km al norte de Villa de Leyva y a 77 km de Tunja la capital del departamento. Está localizado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental, por su ubicación geográfica posee los pisos térmicos frío a medio húmedo montano bajo, su sistema de drenaje hace parte de la cuenca del río Sutamarchán tributario del río Moniquirá (IGAC,1988).

MUNICIPIO DE SANTA SOFIA DIVISION POLITICA



Figura 11 División política Santa Sofía, Boyacá Tomado de: (IGAC,1988)

Infraestructura y Equipos:

Se contó con un invernadero tradicional de un área de 2500 m² con un sistema de riego por goteo.

Metodología.

La evaluación se estableció con un diseño completamente al azar (DCA), en donde se tuvo dos tratamientos cada uno con 2 repeticiones, cada repetición tuvo un total de 85 plantas las cuales fueron manejadas a un eje, es decir un total de 170 plantas por tratamiento. La distancia entre plantas fue de 0.4m y 1.2m entre surcos.

Los tratamientos fueron:

- T1: Portainjerto Green Rise con copa Libertador F1
- T2: Planta franca Roble F1

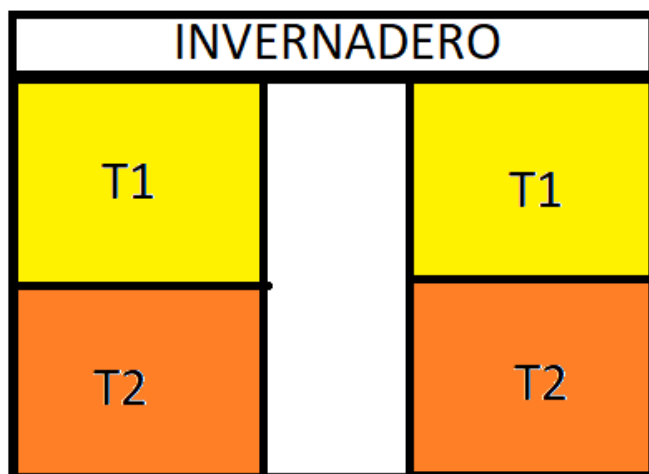


Figura 12 Distribución del diseño experimental dentro de los invernaderos

Para la realización del proyecto se realizaron evaluaciones desde el estado de siembra, el momento de trasplante y cosecha. En la evaluación de trasplante para verificar la sanidad de las plantas se calculó el % de afectación de plantas enfermas por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ afectación} = \frac{\text{numero de plantas enfermas} * 100}{\text{numero total de plantas}}$$

Se realizaron muestreos de variables, como número de racimos por planta, número de frutos, peso promedio de fruto, para la determinación de la variable rendimiento se recolectaron los frutos para cosechar de 5 plantas seleccionadas por repetición, para un total de 10 plantas cosechadas por tratamiento. El parámetro para obtener información correspondió al número de racimos, número frutos y los kilogramos totales en el muestreo. El método de muestreo utilizado fue sistemático, ya que estaban marcadas las 20 plantas que se debían cosechar.

Se tomaron datos desde la iniciación de la fase reproductiva hasta la cosecha final, los datos fueron tomados hasta los 160 ddt. Los muestreos fueron realizados en las primeras horas de la tarde.

Material Vegetal y Manejo Agronómico:

- Las plantas que se utilizaron fueron del portainjerto vigor Green Rise (semilla que comercializa la empresa).
- Tomate Libertador F1 usado como copa para el portainjerto (semilla que comercializa la empresa).
- Planta franca Roble F1 (Competencia)

Portainjerto GREEN RISE F1		
Tipo	▪ Portainjerto para vigor y enfermedad	
Vigor	▪ 7	
Adaptabilidad	▪ 1.800 - 2.200 msnm	
Presentación	▪ Sobre por 1.000 semillas	

Tabla de resistencias		Nivel de resistencia
Rs	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Alta
Pl	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	Alta
N	<i>Nematodos: Meloidogyne arenaria</i> <i>Meloidogyne incognita</i> <i>Meloidogyne javanica</i>	Alta
Fol	<i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici (razas 1, 2 y 3)</i>	Alta
Vd	<i>Verticillium dahliae</i>	Alta

Figura 13 Ficha técnica del portainjerto Green Rise

Debido al crecimiento indeterminado del cultivar, y con el fin de obtener una tendencia clara de la producción se realizará una evaluación para lo cual tendrán en cuenta las siguientes variables:

1. Peso promedio fruto (g): Se toma el peso de los frutos en obtenidos en cada cosecha.
2. Producción kg totales: se registra del acumulado hasta la última cosecha.
3. Cantidad de kg obtenidos por calidad: De acuerdo a la clasificación comercial de los frutos cosechados se ubicarán en las calidades: Primera, Segunda y tercera.

Adicionalmente se realizará la evaluación cualitativa de manera visual de otras variables de importancia técnica y comercial en la calidad de los frutos que son:

1. **Maduración:** Visualmente se evalúa la uniformidad de la maduración e intensidad del color rojo en estado máximo de maduración del fruto, con base en la siguiente escala:

Valor	Descripción
1	Pésimo: Menos del 30% de la superficie del fruto presenta un color rojo
2	Deficiente: Más del 30% pero menos del 50% de la superficie del fruto muestra un color rojo
3	Aceptable: Más del 50% pero menos del 75% de la superficie del fruto muestra un color rojo
4	Bueno: Más del 75% pero menos del 90% de la superficie del fruto presenta un color rojo
5	Excelente: Del 90 al 100% de la superficie del fruto presenta un color rojo

Figura 14 Escala cualitativa para la maduración Tomado de: (Rosero,2017)

2. **Grosor de pared:** Se medirá el espesor de la parte exterior del pericarpio del fruto, con base en la siguiente escala:

Valor	Descripción
1	Pésimo: Menor a 0,5 centímetros de espesor
2	Deficiente: Mayor a 0,5 centímetros pero menor a 1 centímetro de espesor
3	Aceptable: Mayor a 1 centímetro pero menor a 1,5 centímetros de espesor
4	Bueno: Mayor a 1,5 centímetros pero menor a 2 centímetros de espesor
5	Excelente: Mayor a 2 centímetros de espesor

Figura 15 Escala cualitativa para el grosor de pared Tomado de: (Rosero,2017)

3. **Llenado de fruto:** Visualmente se evaluará el espacio ocupado en la cavidad locular por el parénquima gelatinoso que rodea a las semillas, mediante la siguiente escala:

Valor	Descripción
1	Pésimo: Menos del 30% del espacio ocupado por el parénquima gelatinoso
2	Deficiente: Más del 30% pero menos del 50% del espacio ocupado por el parénquima gelatinoso
3	Aceptable: Más del 50% pero menos del 75% del espacio ocupado por el parénquima gelatinoso
4	Bueno: Más del 75% pero menos del 90% del espacio ocupado por el parénquima gelatinoso
5	Excelente: Del 90 al 100% del espacio ocupado por el parénquima gelatinoso

Figura 16 Escala cualitativa para el llenado de fruto Tomado de: (Rosero,2017)

RESULTADOS

El proceso de germinación permite facilitar el desarrollo de las diferentes plantas a cultivar, exponer el rendimiento de la semilla y así determinar las plantas útiles, lo cual a un futuro permitirá la obtención de mejores frutos y mayores cosechas (Ayerbe,1982). Por este motivo la plantulación de la semilla es muy importante ya que nos garantizará plántulas de tomate de buena calidad. Así que la semilla debe establecerse en un lugar con las condiciones óptimas de temperatura, humedad y nutrientes.

En la evaluación de siembra se logró evidenciar que el desarrollo de la planta injertada con Green Rise y la planta franca fue óptimo. Además, cabe resaltar que las plantas obtenidas expresaron una buena sanidad la cual se evaluó por medio de una escala siendo 1 deficiente y 5 excelente. La germinación del portainjerto Green Rise fue del 93%. (Ver Figura 17).

De igual manera el porcentaje de germinación de la planta franca tuvo una buena tasa de germinación del 90% (ver tabla 4).

Tabla 4

Comportamiento en la germinación del portainjerto de vigor y la planta franca.

Portainjerto y planta franca	Semilla cantidad sembrada	Semilla cantidad germinada	% germinación	Estado de desarrollo	Sanidad
	(0..10000)	(0..10000)	(0..100)	(A: atrasado, N: Normal, P: Precoz)	(1: Deficiente, 2, 3, 4, 5: Excelente)
Green Rise	200	186	93	P	5
Roble F1	200	180	90	N	5



Figura 17 Germinación portainjerto Green Rise

Al momento del trasplante se realizó una evaluación con el fin de evidenciar el estado de las plantas, esto se desarrolló por medio del cálculo de porcentaje de afectación en el cual se evidencio que tanto para la planta injertada y la planta franca fue menor al 10 % lo que indica que el 90% de las plantas presentaron una buena sanidad al momento de ser trasplantadas en campo. En la tabla n° 5 se evidencia el estado de las plantas.

Tabla 5

Estado de las plantas al momento de trasplante.

Portainjerto y planta franca	Días hasta trasplante	Número de plantas trasplantadas	Estado de raíz	Estado de planta (porcentaje de afectación)	Número de ejes	Precocidad con respecto al testigo	Vigor
	(0..100)	(0..10000)	(1: Deficiente, 2:, 3:, 4:, 5:Excelente)	(0..100)	(0..5)	(No: Si:)	(1: Poco vigor, 2:, 3:, 4:, 5:Muy alto)
Green Rise	45	170	5	8.6%	1	SI	5
Roble F1	45	170	5	5.88%	1		3

*Figura 18 Trasplante del portainjerto en campo*

De las 170 plantas establecidas con cada tratamiento al momento de ser trasplantadas se presentó un buen desarrollo radicular por parte de la planta injertada donde se evidenció la formación de raíces blanquecinas medianamente largas y sin fracciones tal como lo indica (Rodríguez, 1996); ya que estas características influyen directamente en la absorción de nutrientes (Ver figura 20) Además, se destaca que el portainjerto Green Rise presentó una buena vigorosidad y sus hojas no presentaron ninguna clorosis marcada, lo que permitió que se adaptara de buena manera en el terreno.



Figura 19 Estado de la raíz de las plantas al momento de trasplante

Adicionalmente, se llevó un registro de la producción total con la planta injertada y la planta franca, permitiendo mostrar los kilogramos totales de las 10 plantas en las evaluaciones de cosecha (ver figura 22) en donde la planta injertada obtuvo un valor de 26.95 kilogramos y con la planta franca fue de 18.64 kilogramos es decir que la planta injertada fue un 30.84% más productiva que Roble F1.

Cabe resaltar que entre la planta injertada y la planta franca no se evidenció precocidad al momento de iniciar cosecha.

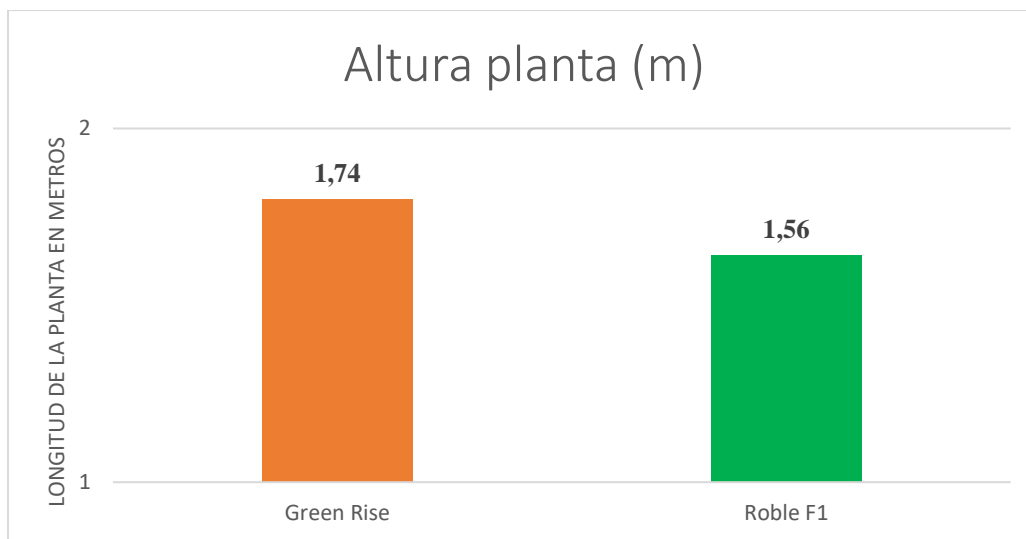


Figura 20 Altura de la planta 65 ddt

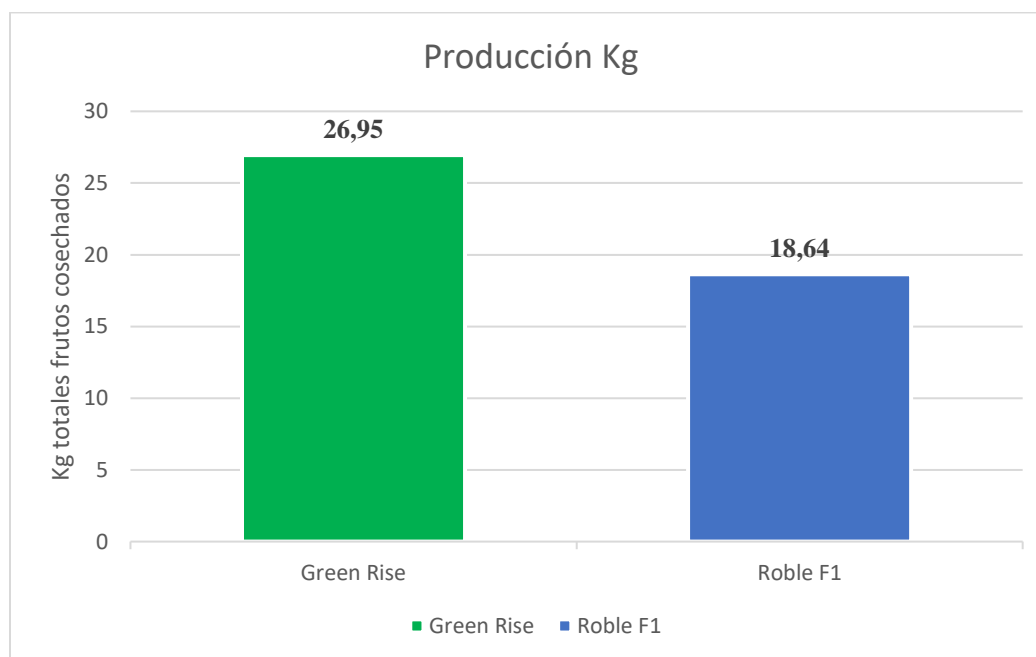


Figura 21 Producción kilogramos totales frutos cosechados

Entre la planta injertada y la planta franca se encontraron diferencias (ver figura 22), exceptuando en la calidad establecida como tercera, donde no hubo diferencia marcada. La

composición de calidades en la producción evaluada de Green Rise fue de un 21.50 kg en calidad primera, seguido de un 3.75 kg en segunda y 1.7 kg en tercera, con respecto a la planta franca se obtuvo un 14.4 kg de calidad primera, 2.45 kg de segunda y 1.79kg de tercera, se comprueba que la planta injertada produjo la mayor cantidad de frutos de calidad primera, este resultado es posible por el suministro adecuado de potasio como lo indica Conti, (2016) “ el potasio es el nutriente encargado de participar en procesos metabólicos como fotosíntesis, síntesis de proteínas y carbohidratos, favoreciendo la fructificación, la maduración y la calidad de los frutos”(p.1). Además, la planta injertada cuenta con un nivel 7 de vigor, permitiendo un buen desarrollo vegetativo en todo su ciclo y la resistencia a enfermedades que presenta como *Fusarium sp* permite que la planta no se vea afectada desarrollando un buen llenado de frutos (ver figura 23).

Por otra parte, Roble F1 no desarrolló un mayor número de frutos (ver figura 25) ya que esta es una planta sin injertar por ende se ve disminuida su producción.

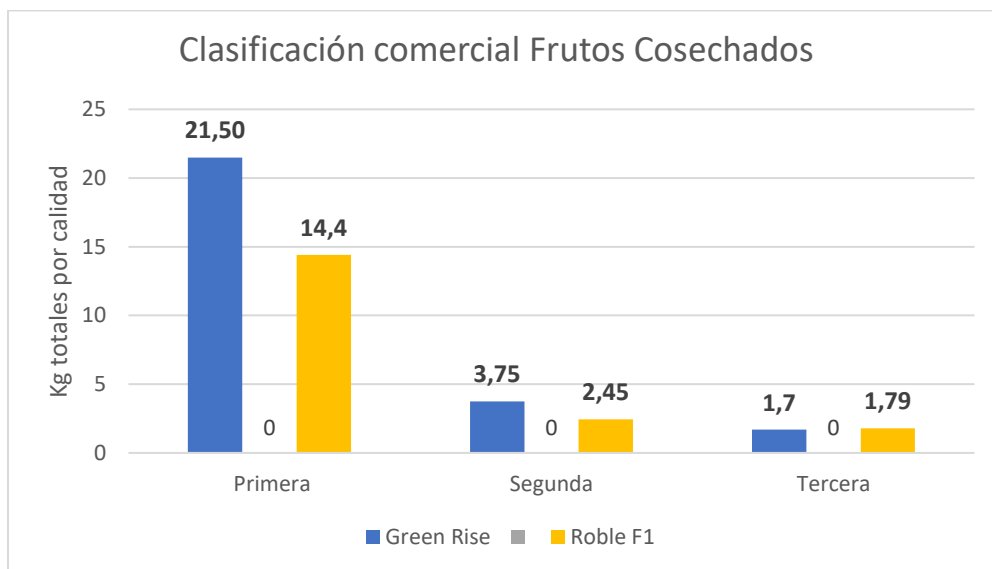


Figura 22 Clasificación Comercial Frutos Cosechados

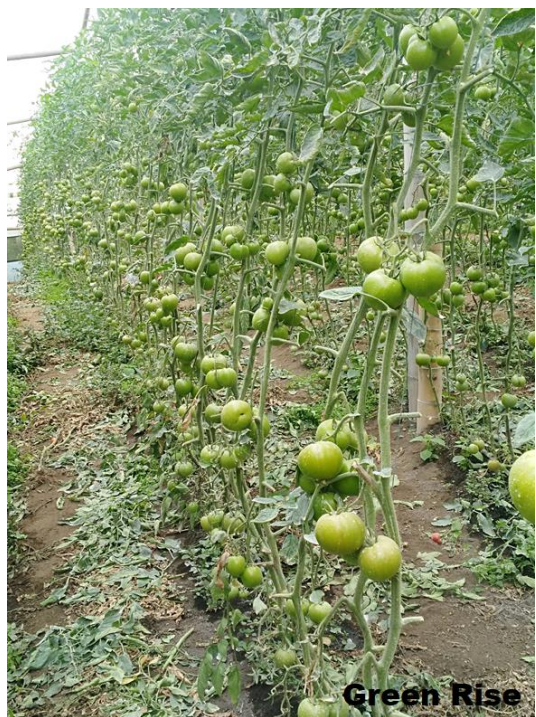


Figura 23 Desarrollo portainjerto Green Rise 136 ddt



Figura 24 Desarrollo Roble F1 136 ddt

En la variable denominada número de racimos se evidenció que la planta injertada y la planta franca presentaron la misma cantidad de racimos en todo el ciclo del cultivo es decir hasta los 160 ddt (ver figura 25).

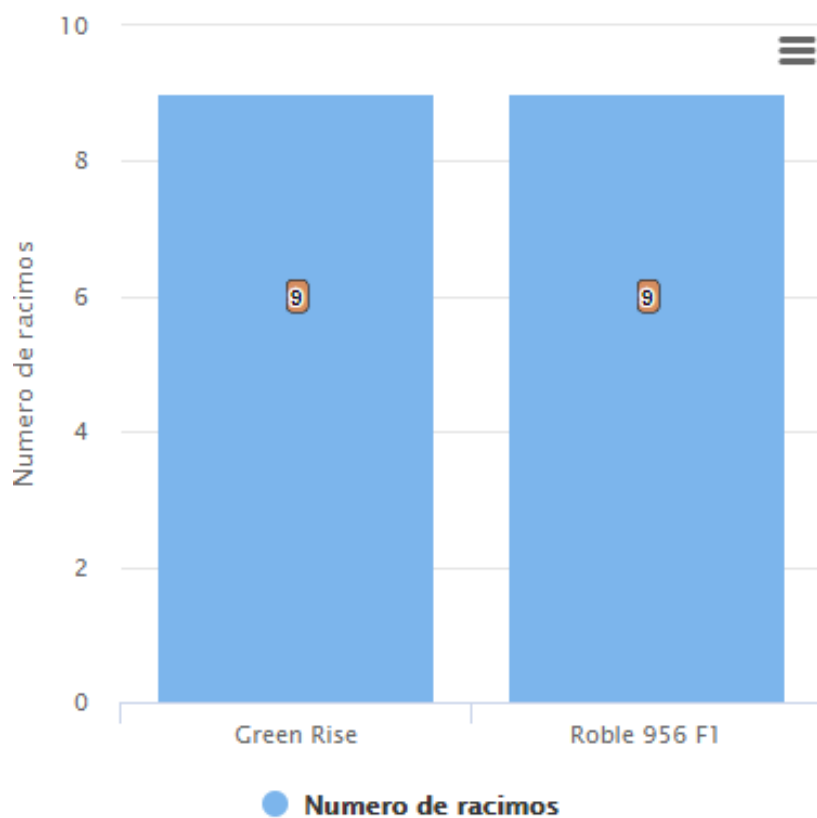


Figura 25 Numero de racimos 160ddt

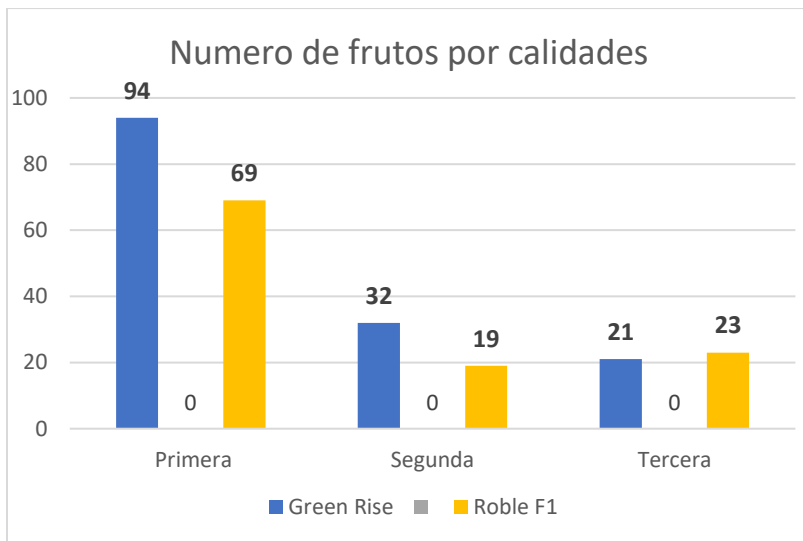


Figura 26 Numero de frutos cosechados por calidad

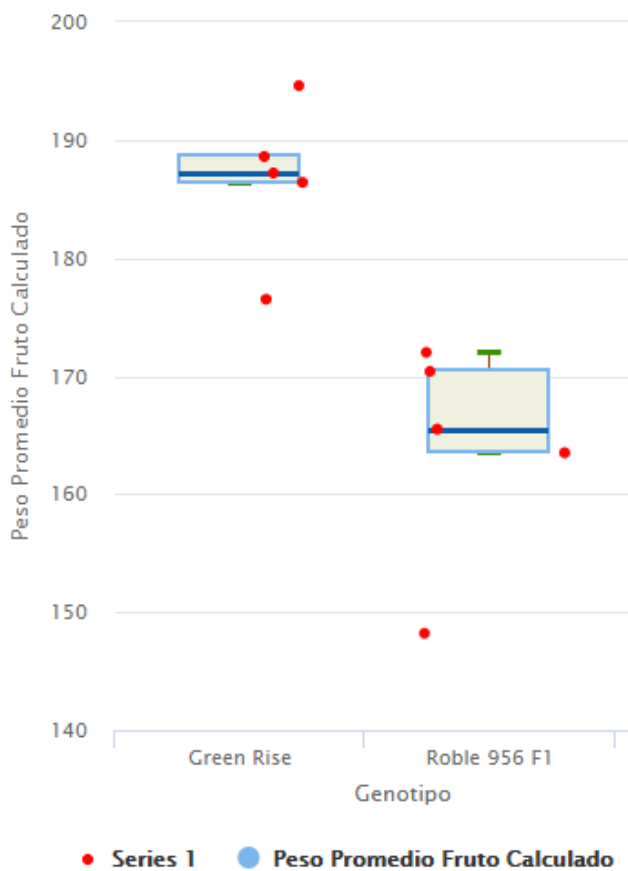


Figura 27 Peso promedio calculado de los frutos

En la figura 27 se evidencia que Roble F1 se aleja considerablemente del peso medio calculado de los frutos, esto quiere decir que a lo largo de las cosechas no mantiene el calibre de ahí que el número de frutos de calidad primera y segunda no sea representativo como se presenta con la planta injertada que se mantiene en el peso promedio consiguiendo un mayor número de frutos de calidad primera y segunda.



Figura 28 Frutos cosechados planta injertada 65 ddt



Figura 29 Frutos cosechados 115 ddt







Figura 30 Frutos Cosechados 136 ddt

Para las variables cualitativas de maduración, grosor de pared y llenado del fruto, se construyó una tabla donde se evaluaron los frutos obtenidos con la planta injertada y la planta franca (ver tabla 6).

Tabla 6

Valoración cualitativa de los frutos cosechados.

	Green Rise	Roble F1
Variables		
Grosor de pared	Aceptable: Espesor mayor a 1cm menor a 1.5cm	Aceptable: Espesor mayor a 1cm menor a 1.5cm
Llenado de fruto	Bueno: Más del 75% del espacio es ocupado por el parénquima gelatinoso	Bueno: Más del 75% del espacio es ocupado por el parénquima gelatinoso
Maduración del fruto		

Bueno: Más del 75%	Aceptable: Más del 50%
pero menos del 90% de la superficie del fruto presenta una tonalidad de color rojo.	pero menos del 75% de la superficie del fruto presenta una tonalidad de color rojo.

De esta manera, los resultados de las variables cualitativas indican que la calidad del fruto del portainjerto de vigor fue muy buena y de acuerdo a la producción por calidades se puede decir que tiende a presentar una producción mayor con una maduración del fruto buena.

En la última evaluación se evidenció que ninguno de los tratamientos presentó Blotchy el cual está representado cuando se da una maduración irregular del fruto, además se comprobó que la vida postcosecha fue de 18 días para la planta injertada como para la planta franca.

Se determinó el rendimiento en toneladas por hectárea en la cual la planta injertada fue superior 31 toneladas contra la planta franca (ver figura 31).

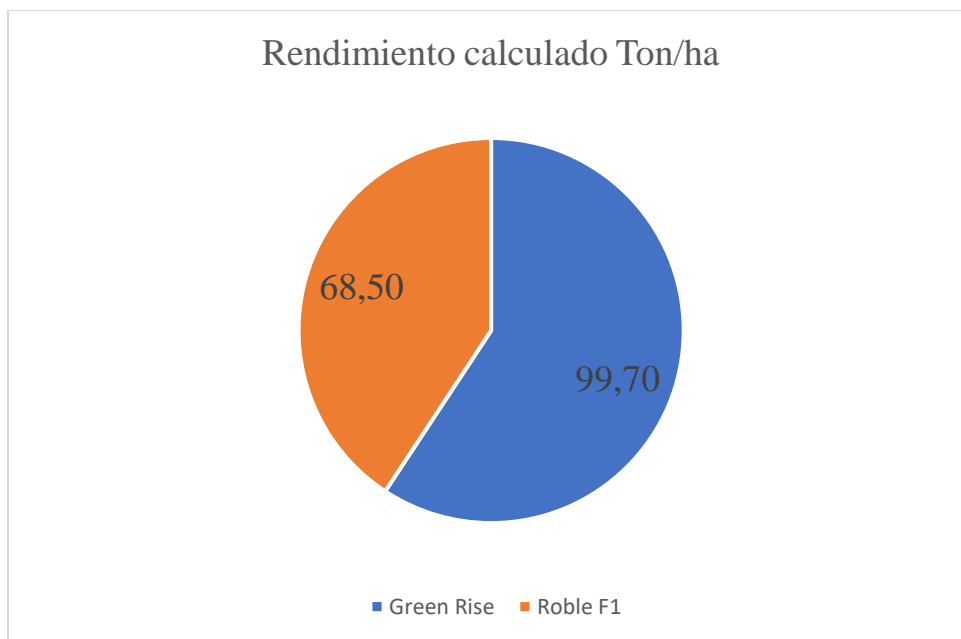


Figura 31 rendimiento calculado 160 ddt

En cuanto a los costos de implementación de portainjertos de vigor como Green Rise se realizó un análisis de los costos desde el valor unitario del injerto y los costos de plantulación. se realiza la comparación con los costos de la planta franca con el fin de presentar al agricultor los ingresos brutos que puede obtener al implementar el portainjerto Green Rise, en lo que se refleja que con una densidad de 9400 plantas el agricultor puede lograr una diferencia de \$ 6.708.182 al implementar este portainjerto de vigor (ver figura 32).

Tabla 7

Análisis de costos: implementación de portainjertos

Densidad de plantas	9400	Densidad de plantas	9400
Valor planta franca	\$ 350,00	Valor injerto	\$ 1.000,00
Precio canastilla	\$ 30.000,00	Precio canastilla	\$ 30.000,00
Producción con planta franca	4	Producción con injerto	5
Costo plantulación planta franca	\$ 3.290.000,00	Costo plantulación injerto	\$ 9.400.000,00
Producción kg planta franca	37600	Producción kg con injerto	47000
Producción pesos franca	\$ 51.272.727,27	Producción pesos injerto	\$ 64.090.909,09
Ingresos brutos después de plantular franca	\$ 47.982.727,27	Ingresos brutos después de plantular injerto	\$ 54.690.909,09

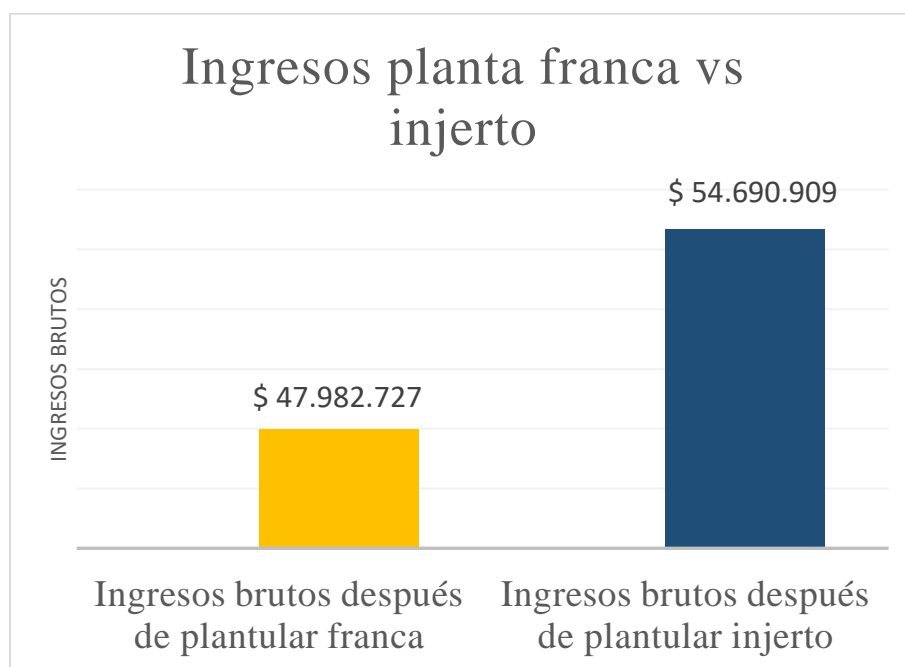


Figura 32 Calculadora de beneficios planta franca vs injerto

CONCLUSIONES

- El tratamiento uno portainjerto vigor Green Rise presentó mejores resultados, ya que en el registro de producción se pudo determinar que la planta injertada fue 30.84% más productiva que la planta franca, teniendo una producción de 26.95 kg en las evaluaciones de cosecha.
- Se logró determinar que la planta injertada tuvo un mayor número de frutos de primera calidad lo cual genera una mayor rentabilidad para el productor.
- La planta injertada y la planta franca Roble F1 presentaron buenos valores en las variables cualitativas de maduración, grosor de pared y llenado del fruto. Lo que indica una producción de calidad y cumplimiento de las expectativas del productor.
- Se determinó que Roble F1 no mantiene el calibre a lo largo de las cosechas, de ahí que el número de frutos de primera y segunda calidad no sea representativo como se presenta con el portainjerto Green Rise.
- Al implementar el uso de Green Rise se garantiza a los productores un aumento significativo de sus ingresos, generando una rentabilidad al usar este tipo de portainjertos de vigor.

RECOMENDACIONES

- Para la evaluación de portainjertos de vigor para tomate, se recomienda realizar un análisis de suelos previo y así formular un adecuado plan de fertilización. Con el fin de obtener un mayor número de frutos de primera calidad y así evitar un crecimiento vegetativo excesivo.
- Se recomienda la implementación del portainjerto vigor Green Rise ya que brinda al productor, una mayor rentabilidad por su producción de frutos de primera calidad.
- Se recomienda implementar el uso de portainjertos de vigor como Green Rise ya que cuentan con resistencias a diversas enfermedades en el suelo, lo cual permitirá un desarrollo óptimo de las plantas sin verse afectada la producción.
- Realizar futuras investigaciones, donde se evalúen diferentes copas con el fin de evaluar la calidad de frutos.

BIBLIOGRAFIA

- Allende, M., Salinas, L., & Torres, A. (2017). Manual de cultivo del tomate bajo invernadero.
- Ayerbe, L. y Ceressuela J. L. Germinación de especies endémicas españolas. Anales del INIA. Serie Forestal, 1982, vol. 6, p. 17-41.
- Betancur Pérez, J. F. (2012). Identificación y caracterización molecular de virus transmitidos por mosca blanca *Bemisia tabaci* que infectan tomate en la región andina de Colombia. *Doctorado en Ciencias Agrarias*.
- BIMA P., 2014, Sistemas de producción de cultivos intensivos, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
- Cámara de Comercio de Bogotá CCB. (2015). Manual Tomate. Programa De Apoyo Agrícola Y Agroindustrial Vicepresidencia De Fortalecimiento 77 Empresarial Cámara De Comercio De Bogotá, 1–56.
- Centro Nacional de Datos de Plantas, NRCS, USDA. Baton Rouge, LA 70874-4490 EE. UU. <http://plants.usda.gov> Solanum lycopersicum
- CEPEDA Siller, Melchor; 2009; El Tomate Rojo: Cultivo y control parasitológico. Mexico D.F. PP 12 – 17
- Conti, M. E. (2016). Dinámica De La Liberación Y Fijación De Potasio En El Suelo. Buenos Aires: Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires
- Corpoica (2013) tecnología para el de tomate bajo condiciones protegidas 13-19 – 63- 114-115 - 201- 287- 420 -430 y 436 p.

Echevarría, P. H. (2007). Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de planta, portainjertos. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, 199, 12-25.

FAOSTAT. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

<http://faostat.fao.org/>.

Faostat. 2019. Cultivos. De : <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Consultado:

Octubre/15/2019.

Gomez, A. M. (2011, abril). El injerto de plantas de tomate. www.poscosecha.com -

[.https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/post/Does_anybody_have_research_results_concerning_using_other_Solanaceae_rootstocks_for_tomatoe_grafting/attachment/59d638e5c49f478072ea5aa9/AS:273706524315652@1442268128894/download/El+injerto+en+plantas+de+tomate.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gerhard_Fischer/post/Does_anybody_have_research_results_concerning_using_other_Solanaceae_rootstocks_for_tomatoe_grafting/attachment/59d638e5c49f478072ea5aa9/AS:273706524315652@1442268128894/download/El+injerto+en+plantas+de+tomate.pdf).

Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. (2019). Productos registrados bioinsumos - Agosto 23

de 2019. Obtenido de: <https://www.ica.gov.co/getdoc/2ad9e987-8f69-4358-b8a9-e6ee6dcc8132/productos-bioinsumos-mayo-13-de-2008.aspx>. Consultado:

Octubre/17/2019.

JARAMILLO J.; RODRÍGUEZ, V. P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA. M.; RENGIFO, T. 2007.

Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Colombia.

- JARAMILLO N, J.E.; RODRÍGUEZ V.P.; GUZMÁN, A.M Y ZAPATA C., M.A. 2006. El Cultivo de Tomate Bajo Invernadero. Rionegro, Antioquia: boletín técnico 21. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, C.I La Selva.
- Jaramillo N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán A. M., & Zapata, M. A. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum*. Mill), 1–48.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., M., Z., & Rengifo, T. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Medellín: CTP Print.
- López-Elías, J., Romo, A. R. F., & Domínguez, J. G. (2008). Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. & Nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *Idesia* (Arica), 26(2), 13-18.
- Martínez AK, Morales FJ, Vallejo FA. Caracterización molecular de un begomovirus del tomate en el Valle del Cauca, Colombia, y búsqueda de fuentes de resistencia para el mejoramiento de la variedad Unapal Maravilla. *Acta Agron.* 2008;57(3):167-173
- Martínez P., F. (2001). Cultivo del tomate en invernadero frío. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Agencia Española de Cooperación Internacional. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Octubre de 2001. 15p.
- MARTÍNEZ, P.F. 2001. Cultivo de tomate en invernadero frío. pp. 70-78. En: Memorias del curso Horticultura Protegida. 22 a 26 de octubre de 2001. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- Medina, A.; Cooman, A. y Escobar, H. (2000). Riego y Fertilización. En: Escobar, H. y Lee, R. (eds.) Producción de Tomate bajo invernadero. Cuadernos del Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Merlet Badilla, H., Navarro Villarroel, A., & Rosales, C. (2016). Manual técnico productivo y económico Vid.(Pub. CIREN N° 193).
- MIRANDA, D., G. FISCHER, C. CARRANZA, M. RODRÍGUEZ, O. LANCHERO AND J.C. BARRIENTOS. 2009. Characterization of productive systems of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in producing zones of Colombia. *Acta Hort.* 821, 35-46.
- Monardes, H. (2009). 1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO EN LA REGIÓN, PAÍS Y EL MUNDO. *Manual de cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)*, 5.
- Morales, F. J., Tamayo, P. J., Castaño, M., Olaya, C., Martínez, A. K., Velasco, A. C. (2009). Enfermedades virales del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Colombia / viral diseases of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 33(1), 23–27
- IGAC, (1988). Recuperado 6 May 2021, de <http://www.santasofia-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Prasannath K, Dharmadasa KNP, De Costa DM, Hemachandra KS. Variations of incidence, types of virus diseases and insect vector populations of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), grown in different agroecological regions of Sri Lanka under two crop management systems. *Trop Agric Res.* 2014;25(3):376-395.

- Rosero Apraez, J. D. (2017). *Evaluación del rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de tomate chonto (solanum lycopersicum l.) cultivar gem-604 fl en dos sistemas de siembra bajo invernadero en el municipio de funza cundinamarca* (Doctoral dissertation).
- VALLEJO F.A. y OROZCO L.D. 1974, Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) a diferentes sistemas de poda. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira
- Vargas Torres, M. C. (2016). *Evaluación de podas en tomate chonto (lycopersicum esculentum) cultivar calima, bajo condiciones de invernadero, en la granja la esperanza, vereda guavio bajo (fusagasugá)* (Doctoral dissertation).
- ZEIDAN, O. 2005. *Tomato production under protected conditions*. Israel: Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. 99

ANEXOS

Anexo 1 Planta franca 30 ddt



Anexo 2 Planta franca 65 ddt



Anexo 3Planta franca 100 ddt



Anexo 4 Planta franca 115 ddt



Anexo 5 Planta injertada 30 ddt



Anexo 6 Planta injertada 65ddt



Anexo 7 Planta injertada 100ddt



Anexo 8 Planta injertada 115ddt