

Estación Experimental Santa Catalina

Programa Nacional de Fruticultura

Informe Anual 2021



Mejía – Pichincha –Ecuador

Enero-2022

INFORME ANUAL 2021

1. **Programa:** Programa de Fruticultura
2. **Nombre Director de la Estación Experimental:** Ing. MC. Jorge Rivadeneira
3. **Responsable del Programa en la Estación Experimental:** Ing. Pablo Viteri Díaz
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**
 - GRANJA EXPERIMENTAL TUMBACO: William Viera, Pablo Viteri, Andrea Sotomayor, Milton Hinojosa, Manuel Posso.
 - ZONA CENTRAL-GRANJA EXPERIMENTAL DE PÍLLARO: Aníbal Martínez.
 - DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL: José Ochoa, Cristina Tello, Pablo Llumiquinga.
 - DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS: Yamil Cartagena, Rafael Parra.
 - DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD: Beatriz Brito, Iván Samaniego.
 - DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA: Eduardo Morillo, Johanna Buitrón, Santiago Meneses.
 - DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA: Víctor Barrera
 - IICA: Lorena Medina.
 - KOPIA: Chang Hwan Park, Pablo Gaona, Alicia Villavicencio.
5. **Financiamiento:**
 - Gasto Corriente Código (000-001) Geográfico – 1701 – Estación Experimental Santa Catalina – INIAP.
 - Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).
 - Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA).
 - Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
 - Centro KOPIA Ecuador.
6. **Proyectos:**
 - Proyecto “Productividad y competitividad frutícola andina”: financiamiento FONTAGRO. Fecha de inicio: 01-01-2018. Fin del proyecto: 30-05-2021.
 - CEDIA. Caracterización fisicoquímica, funcional y pruebas de bioactividad de dos ecotipos de tomate de árbol injerto y control (*Solanum betaceum* Cav.) a diferente índice de madurez. Fecha de inicio: 04-01-2020. Fin del proyecto: 28-02-2021
 - AECID, Fortalecimiento de la investigación para mejorar la productividad y calidad de la naranjilla y tomate de árbol, en el Ecuador. Fecha de inicio: 24-04-2020. Fin del proyecto: 31-10-2022.
 - KOPIA, Difusión de tecnologías desarrolladas amigables con el medio ambiente para incrementar la productividad del aguacate en Ecuador. Fecha de inicio: 02-01-2021. Fin del Proyecto: 31-12-2023.
7. **Socios estratégicos para investigación:**
 - Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Universidad de las Américas (UDLA), Universidad Central del Ecuador (UCE), Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad Politécnica Salesiana, Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), Instituto Interamericano

de Cooperación para la Agricultura (IICA), Centro KOPIA Ecuador, Prefectura de Tungurahua.

- Universidad Nacional de Colombia sede Medellín - Colombia.
- SENA, Servicio Profesional de Aprendizaje
- Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID)-España.

8. Publicaciones:

- **Viera, A., Cartagena, Y.,** Toaquiza, J., **Gaona, P., Viteri, P., Sotomayor, A.,** Medina, L. 2021. Response of 'Hass' avocado under different nitrogen and potassium fertilizer regimes in subtropical Ecuador. *Acta Horticulturae*, 1327(1): 175-180.
- **Sotomayor, A., Merino, J., Viera, A.** 2021. Determining conditions for best pollen quality of red-purple tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) germplasm. *Bionatura*, 6(4): 2222-2227.
- Valencia, S., Pérez, K., Vásquez, W., **Viera, W.,** Vilaplana, R. 2021. Thyme oil treatments to control internal rot caused by *Fusarium verticillioides* in pineapple fruit (*Ananas comosus* var. MD-2). *Acta Horticulturae*, 1323(1): 73-78.
- Sánchez, H., **Ponce, W., Brito, B., Viera, W.,** Baquerizo, R., Riera, M., 2021. Biofilms production from avocado waste. *Ingeniería y Universidad*, 25(1): 1-16.
- Perdomo, C., Villamizar, L., Báez, F., **Viera, W.,** Jackson, T. 2021. Evaluación de la estabilidad de cuatro sistemas de liberación para la formulación de conidios de *Trichoderma asperellum*. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 47(2): 249-258.
- **Vargas, Y., Díaz, A.,** Caicedo, C., Macas, J., Suárez, A., **Viera, W.** 2021. Benefits of legume species in an agroforestry production system of yellow pitahaya in the Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 13(16): 9261.
- Pincay, A., Noboa, M., **Viera, W.,** Herrera, K., León, A., Jackson, T. 2021. Evaluación in vitro del potencial antagonista de *Trichoderma* sp. y hongos endófitos de mora (*Rubus glaucus* Benth) para el control de *Botrytis cinerea*. *Journal of Science and Research*, 6(1): 109-124.
- **Vargas, Y., Díaz, A.,** Congo, C., Tinoco, L., **Viera, W.** 2021. Comparison of fruit quality traits of papaya (*Carica papaya* L.) genotypes from Shushufindi and La Joya de los Sachas, Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1): 19-30.
- **Viera, W., Díaz, A.,** Caicedo, C., Suárez, A., **Vargas, Y.** 2021. Key agronomic fertilization practices that influence yield of naranjilla (*Solanum quitoense*) in the Ecuadorian Amazon. *Agronomy*, 11(2): 310.
- **Feicán, C.,** Duchí, M., Minchala, L., **Moreira, R., Viera, W.** 2021. Caracterización morfoagronómica del germoplasma de chirimoya de dos colecciones ex situ en Ecuador. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 10(1): 45-58.

Libros

- Viera, W., Viteri, P., Martínez, A., Castillo, C., Peñaherrera, D. (2021). Guía para el conocimiento de la punta morada del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Boletín divulgativo No 449. INIAP: Quito, Ecuador. 23 p.
- Viteri, P., Viera, W., Gaona, P., Hinojosa, M., Sotomayor, A., Park, C., Villavicencio, A. (2021). Manual para el manejo de la poda en aguacate (*Persea americana* Mill.). Manual técnico No 123. Quito (Ecuador). INIAP. 41p.

Posters

- Viera, W., Cartagena, Y., Toaquiza, J., Gaona, P., Viteri, P., Sotomayor, A., Medina, L. Response of Hass variety avocado crop to two levels of nitrogen and potassium in the growth stage. 4th International Symposium in Horticulture SHE 2021. Stuttgart, Alemania. Marzo, 2021.

9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

- Viera, W., Cartagena, Y., Toaquiza, J., Gaona, P., Viteri, P., Sotomayor, A., Medina, L. Response of Hass variety avocado crop to two levels of nitrogen and potassium in the growth stage. 4th International Symposium in Horticulture SHE 2021. Stuttgart, Alemania. Marzo, 2021.
- Viera, W. Tecnologías para el fomento del cultivo sustentable de aguacate en Ecuador. Simposio Intensificación Sostenible de la Fruticultura Andina: Versión Perú. Manizales, Colombia. Marzo, 2021.
- Viera, W. Sintomatología asociada a “Punta morada”: Enfermedad emergente de los cultivos de frutales de la familia Solanáceae. V Simposio en Fitopatología, Control Biológico e Interacciones Planta Patógeno. Quito, Ecuador. Septiembre, 2021.
- Samaniego, I., Brito, B., Álvarez, J., Camacho, D., Sotomayor, A., Viteri, P., Merino, J., Viera, W. Caracterización funcional de una población de segregantes de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). V Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de los Alimentos IICTA. Medellín, Colombia. Octubre, 2021.
- Viera, W. Germoplasma de Passifloras, una fuente de contenido de minerales con enfoque para mejoramiento genético. V Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de los Alimentos IICTA. Medellín, Colombia. Octubre, 2021.
- Viteri, P. Avances en el manejo y mejoramiento de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). Webinar “Una mirada a la Fruticultura”, organizado por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Octubre, 2021.
- Viera, W. Correlation among mineral content of passion fruit species. 130th Annual Meeting of the Japanese Society for Tropical Agriculture. Tokyo, Japón. Noviembre, 2021.

Tabla 1. Visitas a la Granja Experimental Tumbaco durante el año 2021.

Nº	FECHA	Rubro	INSTITUCION/ASOCIACIONES	Nº MUJERES	Nº HOMBRES	Nº ESTUDIANTES	Nº DOCENTES
1	21/04/2021	Chirimoya	Asociación Cuenca del Río Pisque	15	7		
2	25/06/2021	Aguacate	Parroquias Nor-Centrales	38	50		
3	16/07/2021	Durazno	Iniap-Carchi	3	5		
4	13/10/2021	Aguacate	Universidad Central			18	1
5	26/11/2021	Aguacate	Universidad de las Américas			15	1
TOTAL				56	62	33	2

Tabla 2. Capacitaciones on line Granja Experimental Tumbaco durante el año 2021.

Nº	FECHA	Rubro	INSTITUCION/ASOCIACIONES	Nº MUJERES	Nº HOMBRES	Nº ESTUDIANTES	Nº DOCENTES
1	14/05/2021	Aguacate	Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ecuador	12	38		
2	28/05/2021	Tomate de árbol	Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ecuador	15	23		
3	09/08/2021	Tomate de árbol	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible- Argentina	46	94		

Tabla 3. Días de campo Granja Experimental Tumbaco durante el año 2021.

Nº	FECHA	Rubro	INSTITUCION/ASOCIACIONES	Nº	Nº	Nº	Nº
				MUJERES	HOMBRES	ESTUDIANTES	DOCENTES
1	16/07/2021	Aguacate	Comunidad de Atahualpa	15	27		
2	23/07/2021	Aguacate	Comunidad de San José de Minas	13	14		
3	27/07/2021	Aguacate	Asoprosol en Granja Yachay	15	30		
4	07/10/2021	Aguacate	Asociación Los Montecitos - Imbabura	22	53		
5		Aguacate					
TOTAL				65	124		

10. Propuestas presentadas:

Propuesta 1.

Título: Plataforma de agricultura de precisión para optimización de la productividad del cultivo de aguacate para pequeños y medianos agricultores con proyección en América Latina

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Fontagro 2021

Fecha presentación: Marzo 2021

Responsable: William Viera

Equipo multidisciplinario: INIAP, Corporación para Investigaciones Biológicas, UDLA.

Presupuesto: 200000 USD

Duración proyecto: 36 meses

Estado: Negado (en fase final)

Propuesta 2.

Título: Aprovechamiento de la variabilidad genética de portainjertos para la producción de Aguacate cv. Hass

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Fontagro 2021

Fecha presentación: Marzo 2021

Responsable: William Viera

Equipo multidisciplinario: INIAP, Agrosavia, UDLA, CSIC, Universidad Autónoma de Chapingo.

Presupuesto: 200000 USD

Duración proyecto: 36 meses

Estado: Negado

Propuesta 3.

Título: Generación de herramientas tecnológicas para el cultivo del lulo para el norte de la zona andina, un enfoque hacia los pequeños agricultores mediante modelos de producción mixtos, agroecológicos y complementarios.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Fontagro 2021

Fecha presentación: Marzo 2021

Responsable: William Viera

Equipo multidisciplinario: INIAP, Agrosavia.

Presupuesto: 200000 USD

Duración proyecto: 36 meses

Estado: Negado



Propuesta 4.

Título: Aumento de la competitividad de la cadena de uchuva.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: Fontagro 2021

Fecha presentación: Marzo 2021

Responsable: William Viera

Equipo multidisciplinario: INIAP, Agrosavia.

Presupuesto: 200000 USD

Duración proyecto: 36 meses

Estado: Negado

Propuesta 5.

Título: Caracterización fisicoquímica, funcional y pruebas de bioactividad en la parte comestible de treinta frutos ecuatorianos no tradicionales.

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: CEPRA Convocatoria XVI

Fecha presentación: Junio 2021

Responsable: William Viera

Equipo multidisciplinario: INIAP, Universidad Politécnica Salesiana.

Presupuesto: 45000 USD

Duración proyecto: 12 meses

Estado: Negado

Propuesta 6.

Título: Desarrollo de Estrategias de Manejo Integrado de la "Punta Morada" de Solanáceas (papa, tomate de árbol, naranjilla y uvilla).

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: FIASA

Fecha presentación: Julio 2021

Responsable: Pablo Viteri

Equipo multidisciplinario: Programa de Fruticultura, Programa de Papa, Departamento de Protección Vegetal, Departamento Biotecnología.

Presupuesto: 713000 USD

Duración proyecto: 48 meses

Estado: Presentado

Propuesta 7.

Título: Proyecto Banco de Germoplasma

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: FIASA

Fecha presentación: Julio 2021

Responsable: Pablo Viteri

Equipo multidisciplinario: DENAREF, Programa de Fruticultura

Presupuesto: 425060 USD

Duración proyecto: 12 meses

Estado: Presentado

Propuesta 8.

Título: Proyecto Producción

Tipo propuesta: Proyecto

Fondos o Convocatoria: FIASA

Fecha presentación: Julio 2021

Responsable: Pablo Viteri

Equipo multidisciplinario: Dirección de Producción, Comercialización y Servicios Especializados, Direcciones de Producción Estación Experimentales INIAP, Programa de Fruticultura

Presupuesto: 4.202.275,73 USD

Duración proyecto: 12 meses

Estado: Presentado

11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

Hito: Materiales promisorios seleccionados

Actividad 1. Determinación de características agronómicas y calidad fisicoquímica de siete segregantes de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

Responsable: Pablo Viteri

Colaboradores: Milton Hinojosa, Lizbeth Celorio.

Antecedentes:

La producción actual de naranjilla en las zonas tradicionales, se encuentra limitada por el ataque de plagas producto de condiciones ambientales favorables y susceptibilidad de las variedades e híbridos cultivados que, inciden de manera importante en la baja productividad y calidad de la fruta, debido al uso de prácticas agronómicas que afectan el ambiente y la salud de productores y consumidores, que influye en la baja competitividad de este frutal (Ochoa *et al.*, 2010; Revelo *et al.*, 2010; Asaquibay *et al.*, 2009).

La generación de híbridos interespecíficos de naranjilla, en que uno de los progenitores se adapta a mayores alturas y menores temperaturas, han abierto la posibilidad de ampliar el cultivo de la naranjilla a nuevas zonas, como los valles interandinos de la Sierra, lo cual es respaldado por trabajos preliminares en que se han seleccionado materiales avanzados que destacan su potencial productivo y menor incidencia de plagas (Fory, 2005; Lobo y Arias, 2000; Riascos, Santacruz, Lagos, & Checa, 2011; Bucheli, 2015).

En la actualidad la fruta de naranjilla es aprovechada en la industria de jugos y pulpas, pero existen pocos estudios de las propiedades funcionales de sus componentes lo que no permite generar materias primas que puedan ser utilizadas por las industrias de alimentos, farmacéuticas y cosméticos y estar acordes con las nuevas políticas de desarrollo agroindustrial nacionales (Cerón, Osorio & Hurtado, 2012).

En esta investigación se evaluará el comportamiento agronómico, fisiológico y calidad de la fruta de grupos de materiales avanzados de híbridos de naranjilla para seleccionar materiales de buena adaptación, potencial productivo, calidad de fruta y rentabilidad, con el fin de multiplicarlos y evaluarlos posteriormente en ensayos regionales (INIAP, 2020; Gómez, 2009, Silva, et al., 2016). Se evaluará, adicional a las características fisicoquímicas, los componentes funcionales, cuyo conocimiento contribuirá a valorizar la fruta, seleccionando los materiales con alto contenido en estos compuestos.

Objetivos:

Determinar las características agronómicas y de calidad fisicoquímica de siete segregantes de naranjilla (*Solanum quitoense*).

Metodología:

Proyecto aprobado CT-30-07-2020. Proyecto AECID.

El lugar del experimento presenta las siguientes características: Ubicación política: Provincia: Pichincha; Cantón: Quito; Parroquia: Tumbaco; Sector: La Granja; Sitio: Granja Experimental Tumbaco-INIAP. Ubicación geográfica: Latitud: 00° 13' 00" Sur; Longitud: 78° 24' 00" Oeste; Coordenadas UTM: 17 M 7881949976120. Ubicación ecológica: temperatura promedio anual: 17 °C; precipitación promedio anual: 800 mm; humedad relativa promedio: 70,86 %; clima: subhúmedo templado; clasificación: bosque seco montano bajo; textura del suelo: franco arenoso; altitud: 2 348 m (INAMHI, 2019).

Unidad Experimental: La unidad experimental está constituida por 5 plantas que se encuentran distanciadas a 2 metros entre hilera x 1.10 m entre plantas, ocupando un área de 2.2 m² por planta y 44 m² por tratamiento, lo que da un área total de 316 m², con una densidad de plantación de 4557 ha⁻¹.

Factores y Tratamientos evaluados: el factor de evaluación son 7 segregantes que representan a los tratamientos, con 4 bloques, dando un total de 28 unidades experimentales (Tabla 4).

Tabla 4. *Tratamientos en evaluación*

Segregantes (S)	Cruzamientos	Origen
S1	M2S8R1P4 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
	M1S2R1P1 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. vestissimum</i>
S2	M1S6R3P3 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
	M1S4R1P5 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
S3	M2S2R2P2 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. vestissimum</i>
	M2S8R1P4 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
S4	M2S8R1P4 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
	M1S6R3P3 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
S5	M1S6R3P3 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
	M2S2R2P2 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. vestissimum</i>
S6	<i>S. hirtum</i> 6.221 ♂	
	M1S6R3P3 ♀	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
S7	M2S3R2P4 ♂	<i>S.quitoense</i> x <i>S. hyporhodium</i>
	<i>S. hirtum</i> 6.221 ♀	

*El significado de las letras es: S = segregante, M1= Ensayo a exposición solar, M2 = Ensayo bajo sombra, R = repetición, P = planta, ♂ = progenitor masculino, ♀ = progenitor femenino.

Análisis estadístico: Para la fase de campo se procedió a comprobar los supuestos de normalidad (Prueba de Shapiro- Wilks) y homogeneidad de varianzas (Levene), una vez cumplidos los supuestos se realizó un análisis de varianza ADEVA (p-valor >0.05) (Tabla 5). Cuando se



presentaron diferencias estadísticamente significativas se realizó una prueba de comparación de medias Tukey con un p -valor < 0.05 , se analizó mediante el programa estadístico Infostat versión estudiantil 2018.

Tabla 5. Esquema del ADEVA para evaluación en campo.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
Total	27
Tratamientos	6
Bloques	3
Error	18

Manejo del experimento: una vez establecido el cultivo, se ha realizado la fertilización granular edáfica, fraccionando las dosis recomendadas para todo el ciclo de la naranjilla, reduciendo así las pérdidas por lixiviación o volatilización del fertilizante, la fertilización se realizó con productos que contengan nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio (urea (40 % N), superfosfato triple, muriato de potasio, calcimend, sulfato de magnesio y compost, complementando con fertilizaciones foliares (marchfol, fetrilon, profesional) (Tabla 6).

El sistema de riego empleado fue por goteo a doble línea, siendo la frecuencia de tres riegos por semana, con ligeras variaciones acordes a la precipitación y capacidad de capo del suelo, la lámina empleada es en promedio de 2 L.m^{-2} ; la deshierba se realizó de forma manual cada vez que se presentaron malezas en la franja de la planta y a la vez se realizaron las coronas de estas, en cuanto a los caminos se utilizó el motocultor para realizar la deshierba.

Para la parte fitosanitaria se ha aplicado un plan de rotación conformado por fungicidas e insecticidas, dentro de este plan se realizó dos aplicaciones curativas (Ridomil y Tachirice, dosis 2 g/L) para el control de *Fusarium oxysporum* y posteriormente ante la posible presencia de punta morada, se colocó 8 trampas amarillas (Biotac, $1\text{L}/ 3 \text{ L}$ agua) alrededor de la parcela la aplicación de insecticidas y aceite agrícola (0.5 cc/L) con el fin controlar *Bactericera cockerelli*, adicionalmente se aplicó bioestimulantes para mantener las plantas vigorosas y el remplazo de plantas con sintomatología avanzada.

Complementariamente se ha realizado la poda de hojas bajas y la deshierba continua del lote y el riego de 5 L/planta de dos a tres veces por semana, también se ha realizado drench preventivo con Ridomil y Tachirice, dosis 2 g/L , para *Fusarium oxysporum* y Rooting para estimular el enraizamiento de los trasplantes (Anexo 1).



Tabla 6. Planificación y dosificación del fertilizante y la materia orgánica

Elemento	Trasplante	2 ^{do} mes	4 ^{to} mes	6 ^{to} mes	8 ^{vo} mes	10 ^{mo} mes	12 ^{vo} mes
N	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	
P	½			1/2			
K	1/3		1/3		1/3		
Mg	1/3		1/3		1/3		
Ca	½			1/2			
MO	2-3 kg			2-3 kg			2-3 kg

Variables y métodos de evaluación: Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Diámetro del tallo (mm): con un calibrador digital se midió el diámetro de cada planta, tomando como referencia 5 cm de alto sobre la base del suelo.
- Altura de planta (cm): con el uso de una cinta métrica o un flexómetro se tomó la altura de la planta, tomando la medida desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta.
- Tamaño de hoja: se midió el largo de la lámina foliar (Lh) y el ancho máximo de la lámina foliar (Ah) de una hoja por planta.
- Presencia de espinas en hojas: se observó la presencia o ausencia de espinas en las hojas (Tabla 7).

Tabla 7. Escala para la determinación de la presencia de espinas

Presencia de espinas en hojas	Codificación
Ninguna	0
En el haz	1
En el envés	2
En el haz y el envés	3

- Presencia de espinas en tallos: se observó la presencia o ausencia de espinas en los tallos.
- Número de flores por inflorescencia: se evaluaron tres inflorescencias por planta, contabilizando el número de flores en cada una de ellas.
- Porcentaje de frutos amarrados por inflorescencia: se contabilizó el número de frutos de tres inflorescencias.
- Incidencia de Punta morada: se contabilizó el número de plantas enfermas de cada segregante sobre el total de plantas.
- Inicio de floración: se registró el número de días que transcurran a partir del trasplante hasta la apertura de la primera flor.
- Inicio de cuajado de frutos: se registró el número de días que transcurran a partir del trasplante hasta el cuajado del primer fruto.

- Clorofila: se evaluó mediante el uso del equipo SPAD, una vez por mes.

Resultados preliminares y discusión:

A continuación, se presentan los resultados de las variables que se han evaluado a partir del trasplante.

Diámetro del tallo (mm)

Realizado el análisis de datos se puede observar que no existen diferencias significativas en la variable, sin embargo, el segregante con mayor diámetro fue S3 con 56.23 mm, seguido de los segregantes S5, S6, S2, S7, S4 y al final el segregante S1 (Tabla 8 y Figuras 1 y 2), lo que coincide con lo descrito por Vásquez (2012), donde los tallos alcanzan diámetros hasta de 5 cm (50 mm), lo que es muy aproximado a los resultados obtenidos. El coeficiente de variación fue de 16.28 %, lo que garantiza la reproductividad de los resultados.

Tabla 8. Promedios y prueba de Tukey al 5% para diámetro tallo (mm) de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S3	56.23	A
S5	52.73	A
S6	51.97	A
S2	51.86	A
S7	51.32	A
S4	50.59	A
S1	48.29	A

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

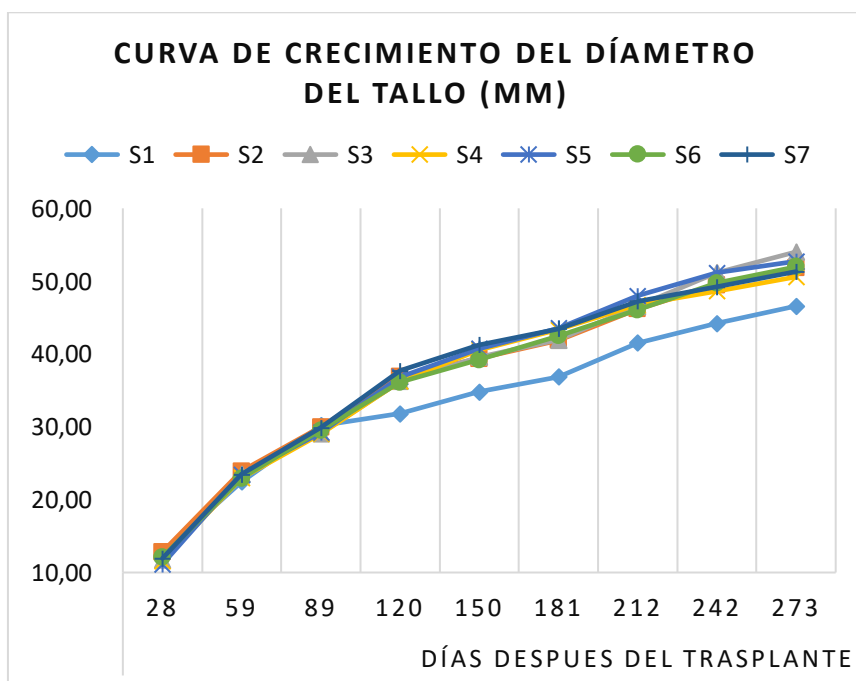


Figura 1. Curva de crecimiento mensual del diámetro de tallo (mm)

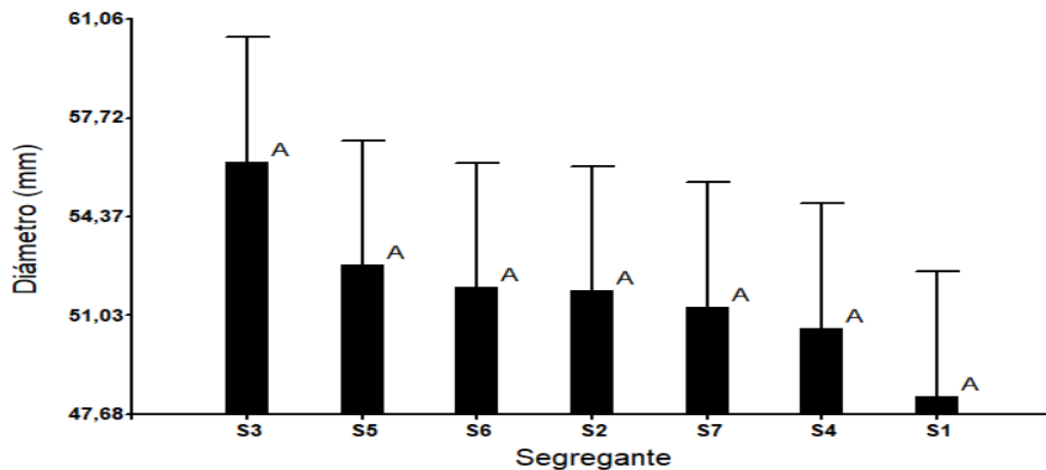


Figura 2. Diámetro de tallo (mm)

Altura de planta (cm)

Una vez realizado el ADEVA, se puede observar que no existen diferencias significativas en la variable, sin embargo, el segregante con mayor altura fue el S4 con 120.19 cm, seguido de los segregantes S2, S3, S6, S1, S5 y al final el segregante S7 (Tabla 9, Figuras 3 y 4). El coeficiente de variación fue de 25.01 %.

Castro y Herrera (2019) hacen referencia a la naranjilla como plantas arbustivas que suelen alcanzar hasta los 2.0 metros de altura, en el caso de la naranjilla común y 1.30 metros en el caso de los híbridos en las zonas húmedas, lo que deja ver que en las zonas de los valles subtropicales el crecimiento es menor, ya que el segregante S4 alcanzó una altura promedio de 120.19 cm, inferior a la mencionada en la literatura.

Tabla 9. Promedios y prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S4	120.19	A
S2	119.45	A
S3	116.18	A
S6	112.42	A
S1	98.49	A
S5	96.46	A
S7	93.37	A

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

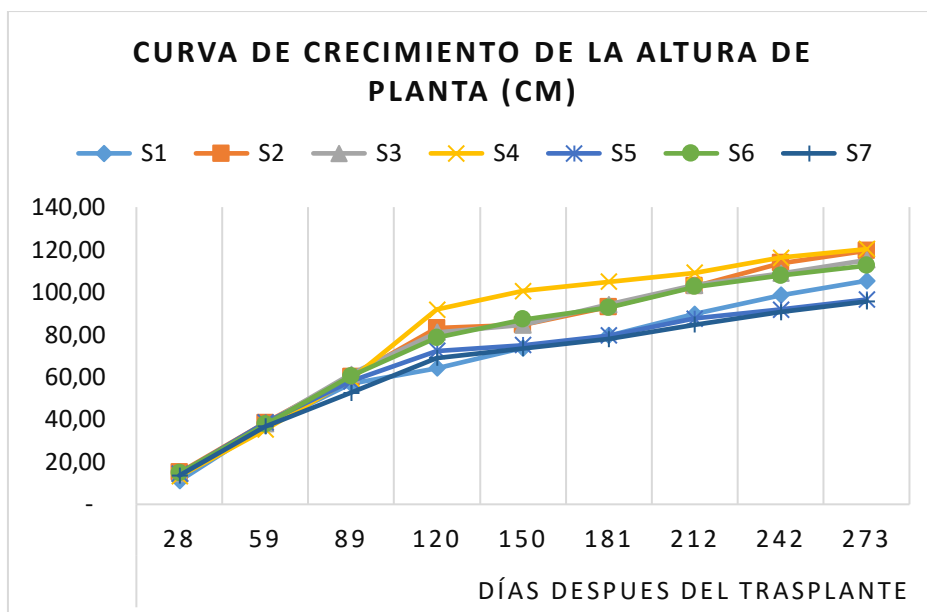


Figura 3. Curva de crecimiento mensual de la altura de planta (cm)

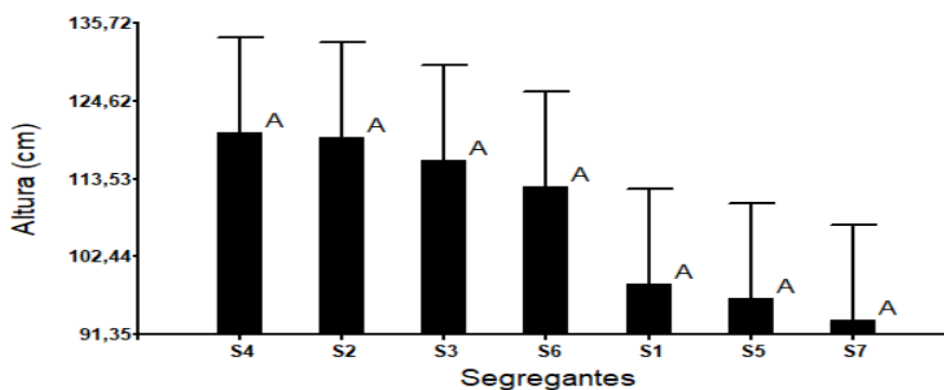


Figura 4. Altura de planta (cm)

Tamaño de hoja

Realizado el ADEVA, no se encontraron diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo, el segregante con mayor largo de hoja fue S1 con 54.73 cm, seguido de los segregantes S2, S4, S7, S3, S5 y finalmente el segregante S6 (Tablas 10 y 11, Figuras 5 y 6). El coeficiente de variación para el largo de hoja fue de 13.81 % y de 13,21% para el ancho de la hoja, aceptables para la investigación.

El IICA (2007), describe a las hojas de naranjilla como gruesas, suculentas y espinosas en algunos casos, alcanzando 45 cm de largo, el rango del largo de las hojas de naranjilla en los tratamientos en estudio fue de 44.00 a 54.73 cm, encontrándose materiales que superan el promedio mencionado.



Tabla 10. Promedio y prueba de Tukey al 5% para largo de hoja (cm) de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S1	54.73	A
S2	53.93	A
S4	51.41	A
S7	51.40	A
S3	50.50	A
S5	45.34	A
S6	44.00	A

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

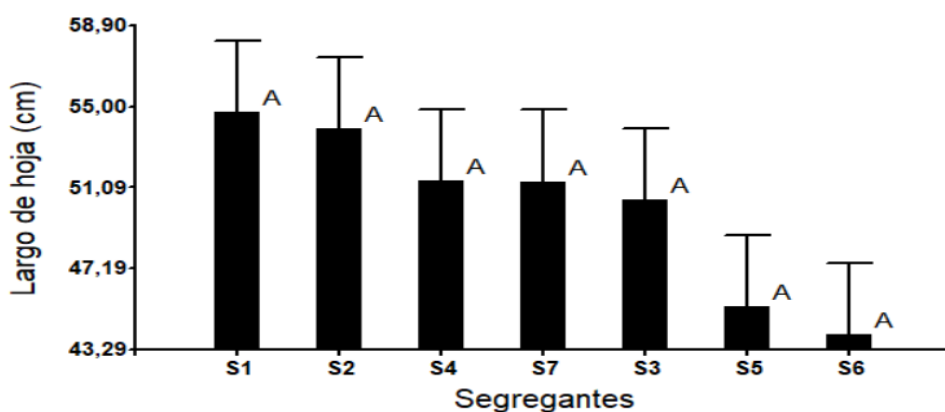


Figura 5. Largo de hoja (cm)

Tabla 11. Promedio y prueba de Tukey al 5% para ancho de hoja (cm) de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S2	38.34	A
S1	38.24	A
S7	37.66	A
S4	36.12	A
S3	36.07	A
S5	34.17	A
S6	30.19	A

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

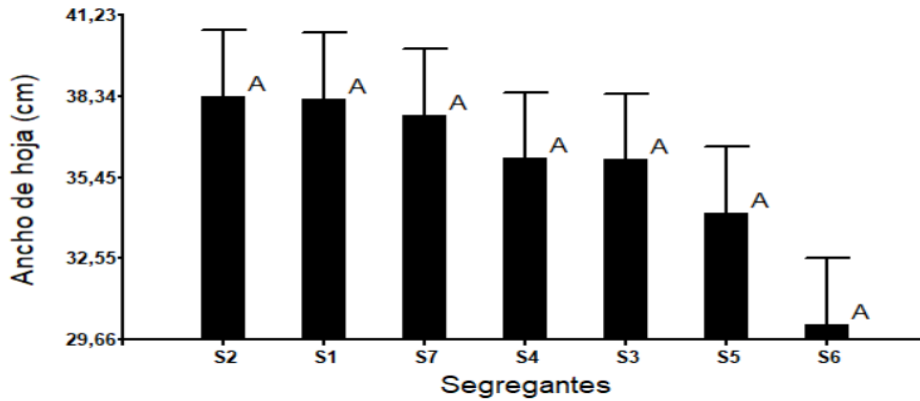


Figura 6. Ancho de hoja (cm)

Presencia de espinas en hojas

En cuanto a la presencia de espinas, se pudo observar que los segregantes S7, S4, S6 y S2 en los diferentes bloques (Tabla 12), presentaron espinas tanto en el haz como en el envés. Uno de los parentales utilizado en los cruzamientos fue *Solanum quitoense* (sin espina), mientras que los otros parentales son de origen silvestre (*S. hirtum*, *S. hyporhodium* y *S. vestissimum*), por lo cual existe un 25 % de probabilidad que el gen que codifica espinas se exprese, lo que ocurre con algunas plantas de los segregantes S7, S4, S6 y S2.

Tabla 12. Presencia de espinas en hojas

Segregantes con espinas	Bloque	Haz	Envés	Número de plantas
S7	1	Si	Si	5
S4	2	Si	Si	5
S6	3	Si	Si	5
S2	4	Si	Si	5

Presencia de espinas en tallos

En cuanto a la presencia de espinas en el tallo, se observó que los segregantes S7, S4, S6 y S2 presentaron espinas en los tallos en los diferentes bloques (Tabla 13).

Tabla 13. Presencia de espinas en tallos

Segregantes con espinas	Bloque	Número de plantas
S7	1	5
S4	2	5
S6	3	5
S2	4	5

Número de flores por inflorescencia

Al realizar el ADEVA se observaron diferencias significativas para tratamientos, encontrándose que el segregante S3 con 15.50 flores presentó el mayor número de inflorescencias, mientras

que el segregante S7 se ubicó en el último rango (Tabla 14, Figura 7). El coeficiente de variación fue de 15.96 % que es aceptable para esta investigación.

Silva (2015) menciona que *S. hyporhodium* y *S. vestissimum* suelen tener entre 15 a 40 flores por inflorescencia, lo que deja ver que existió un bajo número de flores en los diferentes segregantes. El segregante S3, que tiene en promedio 15 flores, proveniente del cruzamiento entre (*S.quitoense* x *S. vestissimum*) x (*S.quitoense* x *S. hyporhodium*), pero a pesar de ello, tiene un promedio bajo de flores por inflorescencia.

Tabla 14. Promedio y prueba de Tukey al 5% para número de flores por inflorescencia de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S3	15.50	A
S1	14.00	AB
S2	13.50	AB
S4	13.00	AB
S6	12.50	AB
S5	12.00	AB
S7	11.25	B

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

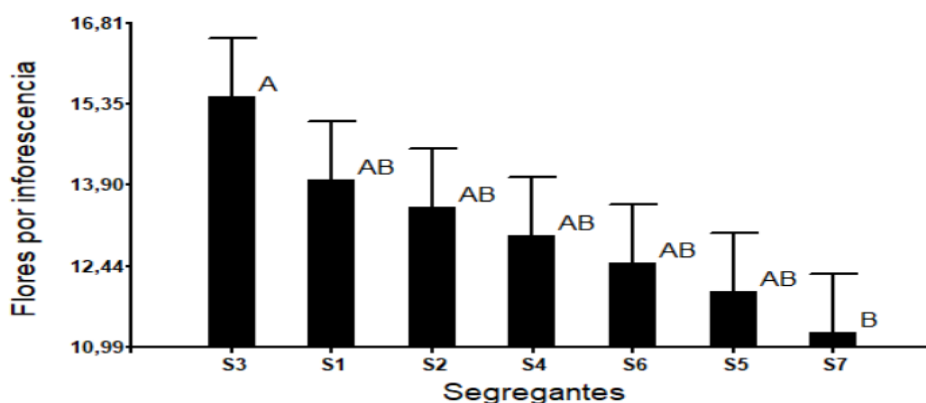


Figura 7. Flores por inflorescencia

Porcentaje de frutos amarrados por inflorescencia

Realizado el ADEVA, se observó que existen diferencias estadísticas para tratamientos, encontrándose que el segregante S7 con el 48.94 % fue el que presentó el mayor porcentaje de cuajado y por el contrario el segregante S1 se ubicó en el último rango (Tabla 15, Figura 8). El coeficiente de variación fue de 25.00 %, indicando cierta variación entre los promedios de los tratamientos en esta variable respecto a la media.

Santacruz (2004) menciona que para naranjilla alcanzó un 40.6 % de frutos cuajados, que contrastado con el 48.94 % del segregante S7, se tiene un incremento, ya que este es

proveniente de un cruzamiento entre naranjilla común y *S. hirtum*, siendo esta última una especie silvestre que muestra altas tasas de cuajado de frutos.

Tabla 15. Promedio y prueba de Tukey 5% para porcentaje de frutos cuajados por inflorescencia de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S7	48.94	A
S4	48.13	AB
S6	43.98	AB
S5	36.58	AB
S2	34.23	AB
S3	34.13	AB
S1	30.27	B

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

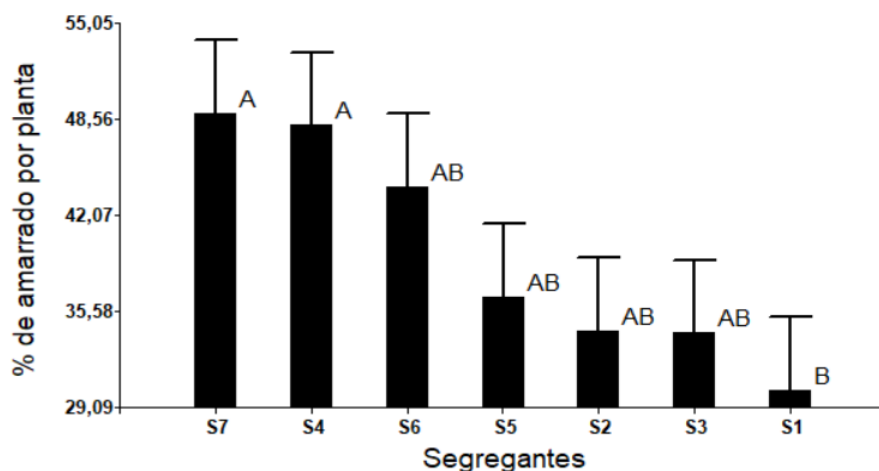


Figura 8. Porcentaje de frutos amarrados por inflorescencia

Incidencia de Punta morada

Realizado el ADEVA, se obtuvo diferencias estadísticas para tratamientos, encontrándose que el segregante S7 con el 80 % presenta el mayor número de plantas enfermas, luego se encuentran los segregantes S6, S5, S4, S1, S2 y finalmente el segregante S3 con 28.00% (Tabla 16, Figura 9). Castillo (2020) hace alusión a la naranjilla como un cultivo en peligro, pese a que los reportes de punta morada hayan sido en papa y tomate, la naranjilla es una solanácea que debe ser tomada en cuenta por la incidencia de esta enfermedad (Viera et al., 2021).

En cuanto al coeficiente de variación con el 48.01 %, indica una alta variación entre los segregantes y dentro de cada segregante.

Tabla 16. Promedio y prueba de Tukey al 5% para porcentaje Incidencia de punta morada de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S7	80.00	A
S6	65.00	AB
S5	60.00	AB
S4	48.00	AB
S1	45.00	AB
S2	45.00	AB
S3	28.00	B

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

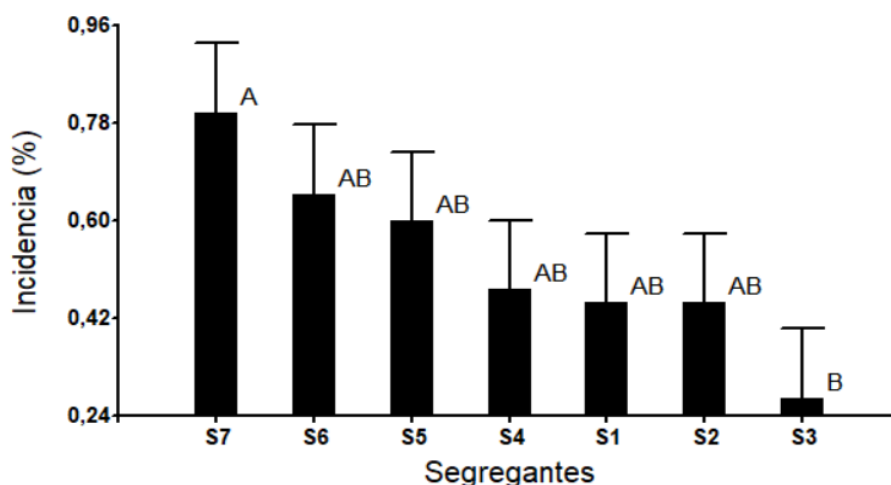


Figura 9. Incidencia de punta morada

Inicio de floración

Para la variable se observó que existen diferencias estadísticas para tratamientos, encontrando que al segregante S1 le tomó alrededor de 85.63 días para iniciar la floración, siendo el más tardío, mientras que el segregante S2 con 76.33 días, fue el más precoz (Tabla 17 y Figura 10). El tiempo transcurrido en los valles subtropicales fue más largo en relación con los 67 días en las que la naranjilla evaluada por Santacruz (2004) alcanzó la etapa de floración. En cuanto al coeficiente de variación fue de 6.39 %, indicando una baja dispersión de los datos con respecto a la media.

Tabla 17. Promedio y prueba de Tukey al 5% para días al inicio de la floración luego del trasplante de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S1	85.63	A
S4	81.29	AB
S3	81.25	AB
S7	80.65	AB
S5	80.42	AB
S6	78.03	AB
S2	76.33	B

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

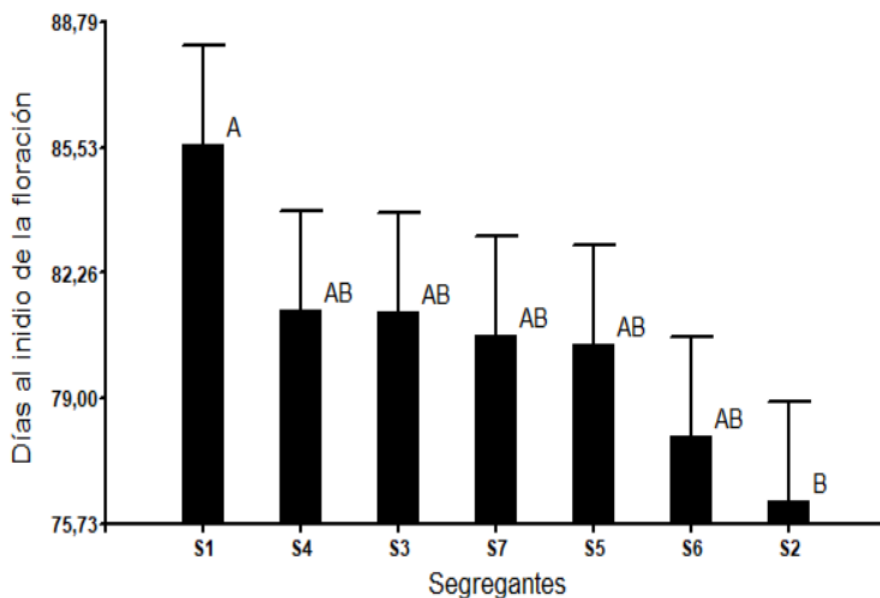


Figura 10. Días al inicio de la floración luego del trasplante

Inicio de cuajado de frutos

Para los días al inicio del cuajado de frutos se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo, al segregante S5 le tomó alrededor de 118.25 días en iniciar el cuajado de frutos, mientras que el segregante S7 necesitó 110.50 días, siendo el más precoz (Tabla 18 y Figura 11). En cuanto al coeficiente de variación fue de 3.98 %, indicando la baja dispersión de los datos frente a la media general.

Tabla 18. Promedio y prueba de Tukey al 5% para días al inicio del cuajado de frutos luego del trasplante de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S5	118.25	A
S4	116.50	A
S2	116.50	A
S1	115.25	A
S3	114.75	A
S6	112.25	A
S7	110.50	A

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

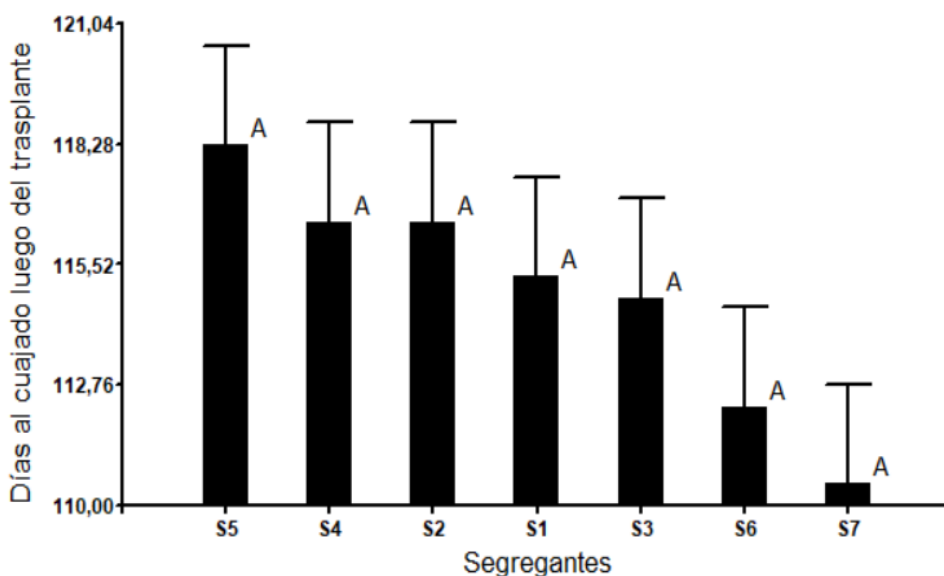


Figura 11. Días al cuajado de frutos luego del trasplante

Clorofila

En cuanto al contenido de clorofila se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo, el segregante S2 tiene 50.93 unidades SPAD y el segregante S5 con 47,46 unidades fueron los de mayor y menor contenido (Tabla 19 y Figura 12). El contenido de clorofila, según Ríncón y Ligarreto (2010) está estrechamente relacionada con el contenido de nitrógeno.

En cuanto al coeficiente de variación fue de 7.00 %, lo que indica que el experimento se condujo con total normalidad.



Tabla 19. Promedio y prueba de Tukey al 5% para contenido de clorofila (SPAD) de los tratamientos en evaluación. Tumbaco, 2021.

Segregante	Medias	
S2	50.93	A
S1	50.38	A
S3	49.06	A
S7	48.98	A
S4	48.56	A
S6	47.59	A
S5	47.46	A

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

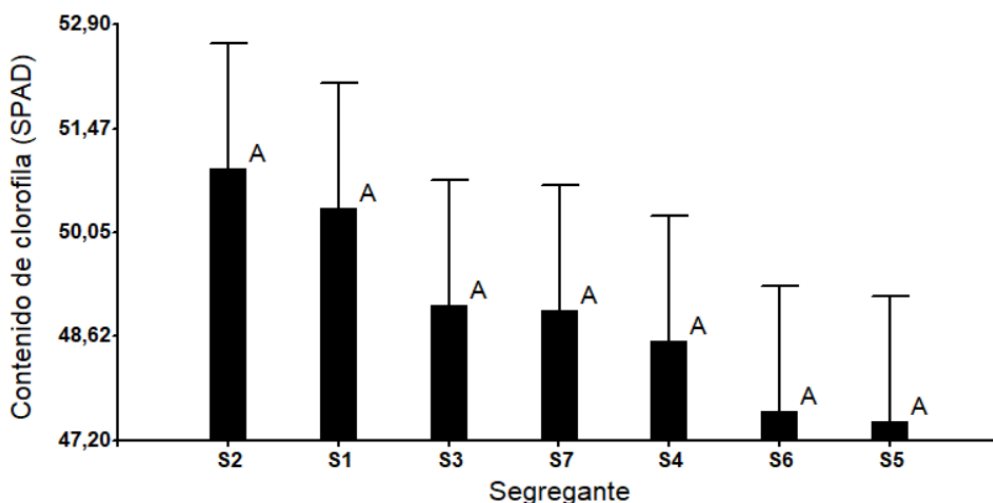


Figura 12. Contenido de clorofila

Conclusiones:

Durante el periodo comprendido entre febrero-diciembre se pudo evaluar una serie de variables, observando que para la altura de planta y al diámetro del tallo las diferencias no son significativas, mientras que para las variables número de flores por inflorescencia, % de frutos amarrados, incidencia de punta morada y días al inicio de la floración existen diferencias significativas.

En cuanto a la variable incidencia de punta morada, se pudo observar que existen materiales destacados, entre ellos el segregante 3, el cual muestra a penas el 28% de la población afectada, mientras que materiales como el segregante 7 y 6 que presentan más del 60% de su población enferma, proviniendo estos materiales del cruzamiento con *Solanum hirtum*, que es más susceptible a esta enfermedad.

Finalmente se puede concluir que el manejo que se ha venido desarrollando ha sido exitoso, ya que, a pesar de la afectación del cultivo con punta morada, existen materiales prometedores, que se encuentran en óptimas condiciones, además también se ha registrado una cierta

recuperación de algunas plantas afectadas por punta morada donde se realizó podas y selección de brotes.

Recomendaciones:

Se recomienda continuar con el plan de manejo y poner énfasis en la fertilización, ya que se ha observado que las plantas reaccionan muy bien ante la aplicación de altas dosis de nitrógeno, potasio y calcio, además se debe mantener la cobertura vegetal en toda la parcela, con el fin de evitar una gran cantidad de evapotranspiración.

Es importante realizar una selección de los mejores materiales para continuar con ensayos de adaptación, para poder observar su comportamiento, plagas, enfermedades y requerimientos nutricionales.

Referencias:

- Asaquibay, C.; Gallegos, P.; Arroyo, M.; Williams, R.; Alwang, J. 2009. Comportamiento y alternativas de control del gusano del fruto de la naranjilla (*Neoleucinodes elegantalis*). INIAP-EESC, Quito. Boletín Divulgativo No 347. 16 p.
- Bucheli, D. 2015. Evaluación y selección de nueve genotipos promisorios de naranjilla provenientes de cruzamientos interespecíficos adaptados a condiciones subtropicales en Tumbaco. Tesis Ing. Agrop. IASA-ESPE. Sangolquí, Ecuador. 86 p.
- Castillo, C. (2020). Situación y perspectivas punta morada de la papa y *Bactericera cockerelli* en Ecuador. Departamento Nacional de Protección Vegetal. INIAP. Quito, Ecuador.
- Castro López, W. O., & Herrera Isla, L. (2019). La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en Ecuador. Universidad Central "Marta Abreu" De Las Villas. Villa Clara, Cuba.
- Cerón, A., Osorio, O., & Hurtado, A. (2012). Identificación de ácidos grasos contenidos en los aceites extraídos a partir de semillas de tres diferentes especies de frutas. Acta Agronómica, [S.l.], v. 61, n. 2, p. 126-132.
- Fory, S. P. 2005. Caracterización y análisis molecular de la diversidad genética de la colección colombiana de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) y seis especies relacionadas de la sección lasiocarpa. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 89p.
- Gómez, P. 2009. Caracterización agro-morfológica de clones y segregantes de 39 cruzamientos de naranjilla para identificar materiales promisorios con características de resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades. Alta productividad y buena calidad del fruto. San Francisco - La Céllica- Pichincha. Tesis Ing. Agr. Guaranda, Ec, Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente.
- IICA (2007). Cultivos de diversificación para pequeños productores de frijol y maíz en América Central: Naranjilla (lulo) y cocona: Guía práctica de manejo agronómico, cosecha, poscosecha y procesamiento de naranjilla. Managua, Nicaragua: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/11897/BVE20098110e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019). Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador.
- INIAP. 2020. Evaluación del comportamiento agronómico, calidad de fruta y propiedades funcionales en materiales avanzados de naranjilla en el valle interandino de Tumbaco. Programa de Fruticultura. Informe Técnico Anual 2019. Quito, Ecuador.
- Lobo-Arias, M. 2000. Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa productiva. In: memorias del III seminario de frutales de clima frío moderado. Manizales, Colombia. 1-13 pp.
- Ochoa, J.; Ellis, M.; Alwang, J. 2010. La Fusariosis de la naranjilla y su control. INIAP – IPM/CRSP. Departamento de protección vegetal. Estación Experimental Santa Catalina. Plegable N° 323. Quito- Ecuador. 6p.
- Revelo, J.; Viteri, P.; Vásquez, W.; Valverde, F.; León, J.; Gallegos, P. 2010. Manual del cultivo Ecológico de la naranjilla. Manual Técnico No. 77. INIAP. Quito, Ecuador. 120 p.
- Riascos, M., Santacruz, A., Lagos, T., & Checa, O. (2011). Morphological Characterization of Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Genotypes Proceeding from the Nariño's University Collection. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(1), 57-69.
- Santacruz, M. (2004). Estudio fenológico y reproductivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) y uchuva (*Physalis peruviana* Lam.). Tesis para optar por el título de Ingeniera Agrónoma. Zamorano. Honduras.
- Silva Villa, W. G. (2015). Evaluación de progenies de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en la Granja Experimental Palora-INIAP. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Agropecuario). Universidad Estatal Amazónica. Recuperado de: <http://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/69>
- Silva, W; Gómez, P; Viera, W; Sotomayor, A; Viteri, P; Ron, L. (2016). Selección de líneas promisorias de naranjilla para mejorar la calidad de la fruta. *ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana*, 2016, Vol. 3, 23-30.
- Viera, W., Viteri, P., Martínez, A., Castillo, C., Peñaherrera, D. (2021). Guía para el conocimiento de la punta morada del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Boletín divulgativo No 449. INIAP: Quito, Ecuador. 23 p.

Anexos:

Anexo 1. Actividades desarrolladas en el experimento de segregantes de naranjilla.



Figura 13. Deshierba de coronas y caminos.

Fuente: L. Celorio



Figura 14. Fertilización con urea.

Fuente: L. Celorio



Figura 15. Pase del motocultor.

Fuente: L. Celorio



Figura 16. Colocación de letreros.

Fuente: L. Celorio



Figura 17. Riego (5 l/planta).
Fuente: L. Celorio



Figura 18. Poda de hojas bajas.
Fuente: L. Celorio



Figura 19. Aplicación fitosanitaria.
Fuente: L. Celorio



Figura 20. Aplicación drench para *Fusarium*.
Fuente: L. Celorio



Figura 21. Fertilización completa.
Fuente: L. Celorio



Figura 22. Colocación de trampas con biotac.
Fuente: L. Celorio



Figura 23. Presencia Punta morada.
Fuente: L. Celorio



Figura 24. Toma de datos con el SPAD.

Fuente: L. Celorio

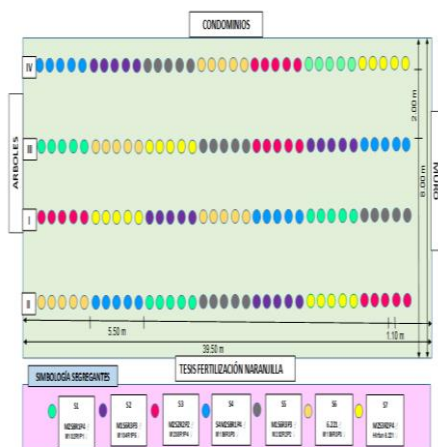


Figura 25. Plano del experimento.

Actividad 2: Evaluación y selección de materiales de naranjilla por el color y oxidación del jugo.

Responsable: Pablo Viteri

Colaboradores: Milton Hinojosa, Pablo Gaona.

Antecedentes:

La naranjilla es una fruta climatérica que se cosecha cuando los frutos alcanzan su madurez fisiológica y presentan al menos el 75% de su color amarillo característico con algunos pequeños puntos verdes (Mejía et al., 2012). La pulpa presenta un pH ácido, alto contenido de humedad, bajo de grasas, proteínas, cenizas y fibras (Torres et al., 2018). Según Loaiza et al. (2014) señalan que a medida que aumenta el grado de madurez de la fruta, también lo hace el contenido de pH, sólidos solubles y concentración de vitamina C u ácido ascórbico.

El ácido ascórbico es un compuesto muy inestable que se oxida fácilmente a ácido deshidroascórbico (Rosales & Arroyo, 2015) por diversos factores como: pH, temperatura, concentración de oxígeno, concentración de sal o azúcar, enzimas, catalizadores metálicos, concentración inicial de ácido y la relación ácido ascórbico -ácido deshidroascórbico (Pirone et al., 2002).

De igual forma, otras sustancias que se ven alteradas por el proceso de oxidación de la fruta son **los fenoles**. Se trata de un grupo de compuestos bioactivos que tienen beneficios sobre la salud humana. Sin embargo, cuando se encuentran en las plantas sirven para inactivar a **los radicales libres**. Los fenoles entran en contacto con una sustancia conocida como polifenol oxidasa que tiene la capacidad de oxidar a los fenoles. Cuando esto sucede, se genera un pigmento de color marrón que termina por poblar la pulpa o jugo que quedan expuestos al ambiente (Rodríguez, 2019).

Durante los últimos años, en la Granja Experimental Tumbaco, se han evaluado materiales de segregantes de naranjilla provenientes de cruzamientos de la naranjilla de jugo (*Solanum quitoense*) x *Solanum vestissimum* y *Solanum hyporhodium*, especies silvestres de la sección Lasiocarpa con características de adaptación a zonas altas y resistencia a plagas como Fusarium y nematodos (INIAP, 2020).

De acuerdo con los informes de los años 2019 y 2020 del Programa de Fruticultura, se han definido y seleccionado varios materiales que han mostrado buen comportamiento en campo, resistencia y calidad de fruta respecto al color y oxidación de la pulpa (INIAP, 2020; INIAP, 2021). En el 2021, se ha querido reforzar esta información, evaluando nuevamente las características de calidad en las plantas que han sobrevivido por más de cuatro años y han mostrado producciones estables y permanentes.

Esta evaluación permitirá definir con más seguridad y acierto las plantas que deben ser clonadas para ensayos regionales, ya que, una planta con buen rendimiento y resistencia a plagas si no presenta características de calidad, sobre todo, al elaborar el jugo, tendrá serios problemas para ser aceptada en el mercado y aún más en la agroindustria.

El amplio concepto de calidad de un nuevo clon o variedad debe abarcar actualmente, no solo los buenos rendimientos y resistencia que benefician al productor, si no también, la calidad que exige y demanda el consumidor y la industria que, en el caso de la naranjilla, el jugo no debe oxidarse u oscurecerse inmediatamente elaborado y pueda mantenga su color por un lapso considerable.

La evaluación de los materiales ha permitido seleccionar las plantas que presentan frutos que, por su color y baja oxidación del jugo, aseguran una aceptación no solo por el productor, sino también por los consumidores y procesadores de fruta.

Objetivo:

Evaluar y seleccionar los mejores materiales de naranjilla con características de calidad respecto al color y oxidación del jugo para ensayos regionales.

Metodología:

Esta investigación es continuación del perfil aprobado por el Comité Técnico EESC, el día 23 de julio de 2019.

Para la evaluación del color y oxidación del jugo, se consideraron 23 plantas que presentaron buen desarrollo, producción, sanidad y tenían frutos para la elaboración del jugo, los cuales fueron cosechados, identificados y dejados madurar por una semana en el laboratorio a temperatura ambiente (18°C) para que se suavicen y expresen el color final y su aroma natural.

Una vez que los frutos de los materiales presentaron la madurez de consumo, se procedió a extraer la pulpa de dos frutos y se licuó para obtener el jugo, el cual fue colocado en un vaso para observar la evolución del color y oxidación en el tiempo (30 minutos, 24 horas) de forma visual. El color del jugo fue calificado de acuerdo a la siguiente escala arbitraria: verde claro, verde, verde intenso, amarillo y la oxidación: sin oxidación, ligera oxidación y oxidación.

Adicionalmente, de frutos de los 23 materiales se extrajo la semilla para la conservación en fundas de papel y refrigeración, y con los mejores materiales, posteriormente, elaborar semilleros para la obtención de plantas para implementar ensayos o parcelas en fincas de productores que tengan condiciones ambientales diferentes para evaluar el comportamiento de los nuevos materiales.

Al mismo tiempo, de las plantas de naranjilla sobrevivientes, se tomaron estacas y se procedió al enraizamiento de estas, debido a que luego de casi 5 años de evaluación, mostraron buena adaptación, capacidad de producción y sanidad. Las estacas prendidas de cada material fueron trasplantadas a fundas 9" x 14", las cuales han sido fertilizadas con Nitrofoska 2 g/planta + enraizantes como Rooting 2 g/L y Raiziner 5 g/L. Además, se han realizado controles fitosanitarios continuos con varios insecticidas en rotación para prevenir el ataque de *Bactericera cockerelli* transmisor de *Candidatus Liberibacter solanacearum*. En el lote de naranjilla, posteriormente, se cosecharon los frutos maduros de cada árbol, plenamente identificados y se realizaron las pruebas de calidad.

Resultados y discusión:

Color y Oxidación del jugo

En la Tabla 20, se observan los 23 materiales de naranjilla evaluados y la calificación del color de la pulpa y jugo y oxidación del del jugo a los 30 minutos y 24 horas.



Tabla 20. Evaluación de 23 materiales de naranjilla para las variables color de la pulpa, color del jugo y oxidación del jugo a los 30 minutos y 24 horas.

No	Selección	Color pulpa	Color jugo	Oxidación 30 minutos	Oxidación 24 horas
1	M1S3R3P5	Verde claro	Verde claro	Oxidación espuma rápida	Oxidación espuma y oscurecimiento ligero jugo
2	M1S3R3P4	Verde claro	Verde claro	Ligera oxidación espuma	Oscurecimiento jugo
3	M1S7R2P2	Verde claro	Verde ligeramente claro	Sin oxidación	Ligero oscurecimiento jugo
4	M1S8R3P1	Amarillento	Amarillento	Oxidación espuma rápida	Oxidación jugo
5	M1S1R2P4	Verde amarillento	Verde amarillento	Oxidación espuma	Oxidación líquido jugo
6	M1S8R3P4	Amarillento verdoso	Amarillento verdoso	Ligera oxidación espuma	Ligera oxidación jugo
7	M1S2R3P5	Verde	Verde	Sin oxidación	Sin oxidación (excelente)
8	M1S4R3P1	Verde	Verde	Sin oxidación	Sin oxidación (excelente planta)
9	M1S3R3P1	Verde claro	Verde claro intenso	Sin oxidación	Sin oxidación (excelente)
10	M1S3R3P2	Verde claro	Verde claro	Sin oxidación	Sin oxidación
11	M1S8R1P5	Verde claro	Verde claro intenso	Ligera oxidación espuma	Oscurecimiento jugo
12	M1S5R1P5	Verde claro	Verde amarillento	Ligera oxidación jugo	Oxidación jugo
13	M1S4R3P3	Verde claro	Verde claro	Sin oxidación	Ligero oscurecimiento jugo



14	M1S1R3P4	Verde	Verde claro	Oxidación espuma superficial	Oscurecimiento jugo
15	M1S6R3P3	Verde trasparente	Verde claro	Sin oxidación	Sin oxidación (excelente planta)
16	M1S6R1P2	Verde claro	Verde amarillento	Sin oxidación	Oscurecimiento jugo
17	M1S4R3P5	Verde transparente	Verde claro intenso	Sin oxidación	Muy ligero oscurecimiento jugo (Excelente planta)
18	M2S2R1P3	Verde translúcido	Verde claro	Sin oxidación	Ligero oscurecimiento jugo
19	M2S8R1P4	Verde claro	Verde claro	Muy ligera oxidación espuma	Mediano oscurecimiento jugo
20	M1S1R3P1	Verde translúcido	Verde claro	Sin oxidación	Ligero oscurecimiento jugo
21	M1S2R2P4	Amarillento	Amarillento blancuzco	Sin oxidación	Ligero oscurecimiento jugo
22	M1S8R1P2	Verde	Verde claro	Ligera oxidación espuma	Oscurecimiento jugo
23	M2S8R1P4	Verde claro translúcido	Verde ligeramente amarillento	Sin oxidación	Oscurecimiento jugo

De acuerdo con los resultados, se observa que la mayoría de los materiales presentan jugo de color verde claro y unos pocos materiales jugos de color amarillo verdoso, amarillo blancuzco y amarillo ligeramente oscuro.

Los materiales presentan un comportamiento diferenciado en el grado de oxidación del jugo, a pesar de provenir varios de ellos de la misma madre. La oxidación del jugo si es rápida e intensa, afecta la calidad de los materiales, lo cual incide en la aceptación del consumidor y la industria. Debido a la diferente reacción a la oxidación del jugo de los materiales, es importante considerar la evaluación de variables de calidad previo a la selección de algún material para su multiplicación para los productores.

De los 23 materiales evaluados por características de calidad del jugo, al presentar baja oxidación y menor oscurecimiento del jugo, se han seleccionado 14 materiales, los cuales se presentan en la Tabla 21, los cuales deberán clonarse por presentar buenas características en campo y calidad de la fruta.

Evolución del color y oxidación del jugo

En el Anexo 2, se presenta de manera gráfica la comparación de los cambios del color y oxidación del jugo de los diferentes materiales evaluados.

Mediante la comparación gráfica de los jugos de los 23 materiales, se pudo observar que existen materiales que presentan oxidación rápida de la espuma y/o el jugo desde los 30 minutos de elaborado. El jugo también sufre diferentes grados de oscurecimiento, llegando en algunos casos a colores marrones o verdes muy oscuros, lo cual está relacionado con la pérdida de vitamina C y oxidación fenólica.

Métodos como la pasteurización, se emplean para mantener el color de los frutos, pero las altas temperaturas ocasionan pérdidas del ácido ascórbico de las frutas (Villareal et al., 2013). De acuerdo con el trabajo realizado por Riera y Gómez (2018) temperaturas de 65 y 85°C, redujeron el contenido de ácido ascórbico en naranjilla en 20 y 33%, información importante para el diseño y mejora de procesos de pasteurización, escaldado u otro que involucre el tratamiento térmico y que tenga como fin conservar las propiedades nutricionales.

Selección de materiales

En la Tabla 21, se presentan los materiales seleccionados, siguiendo un orden de acuerdo con la calidad del jugo.

Tabla 21. Materiales seleccionados por color del jugo y baja oxidación de espuma y jugo.

No	Selección	Color jugo	Característica oxidación	Características producción y químicas
7	M1S2R3P5	Verde claro	Sin oxidación a las 24 horas (excelente calidad)	48 t/ha, baja oxidación (INIAP, 2020)
8	M1S4R3P1	Verde claro	Sin oxidación a las 24 horas (excelente planta, excelente calidad)	Alto rendimiento 7.53 Kg/planta; 50 t/ha (INIAP, 2020)
9	M1S3R3P1	Verde claro	Sin oxidación 24 horas (excelente calidad)	48 t/ha, 44.5 inflorescencias (INIAP, 2020)
17	M1S4R3P5	Verde intenso	Muy ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas (Excelente planta)	50 t/ha, 56 inflorescencias (INIAP, 2020)
15	M1S6R3P3	Verde claro	Sin oxidación a las 24 horas (excelente planta)	Alto número de frutos (160); Alto rendimiento 8.5 Kg/planta, 57 t/ha (INIAP, 2020)
13	M1S4R3P3	Verde claro	Ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas	40 t/ha (INIAP, 2020)
10	M1S3R3P2	Verde claro	Ligero oscurecimiento del jugo a las 24 horas	40 t/ha, 44.5 inflorescencias (INIAP, 2020)

18	M2S2R1P3	Verde claro	Ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas	159 frutos/planta (INIAP, 2020)
20	M1S1R3P1	Verde claro	Ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas	43 inflorescencias (INIAP, 2020)
3	M1S7R2P2	Verde intenso	Ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas	30 inflorescencias (INIAP, 2020)
6	M1S8R3P4	Amarillo	Ligera oxidación jugo a las 24 horas	45 inflorescencias (INIAP, 2020)
21	M1S2R2P4	Amarillo	Ligero oscurecimiento jugo a las 24 horas	45 inflorescencias (INIAP, 2020)
19	M2S8R1P4	Verde claro	Ligera oxidación espuma y mediano oscurecimiento del jugo a las 24 horas	Alto rendimiento, 8.4 Kg/planta, 56 t/ha (INIAP, 2020).
1	M1S3R3P5	Verde claro	Ligero oscurecimiento de la espuma inicial y ligero oscurecimiento del jugo a las 24 horas	Alto contenido de: Polifenoles totales: 23.06 mg ácido gálico/g. Flavonoides totales: 26.67 mg catequina/g. Capacidad antioxidante FRAP: 454.77 μ mol trolox/g, ABTS: 236.80 μ mol trolox/g. Carotenoides totales: 58.98 μ g β -caroteno/g. (AECID, 2021).

De acuerdo con el comportamiento de los materiales a la oxidación de la espuma y jugo en los tiempos evaluados, se realizó la selección de los materiales que presentaron ligeros cambios, encontrándose materiales con jugos verde claros, verde ligeramente oscuros y amarillos.

El ensayo ha permitido seleccionar materiales con buena calidad del jugo que deberán ser clonados o multiplicados por semilla para continuar con el proceso investigativo para la generación de nuevas variedades o clones.

Conclusiones:

- Existe alta variabilidad entre segregantes y plantas dentro de cada segregante en cuanto a la oxidación y oscurecimiento del jugo en los diferentes tiempos de evaluación.
- Existen materiales que presentan el jugo sin oxidación incluso 24 horas después de la preparación del jugo.
- Varios materiales seleccionados por su baja oxidación presentan también alto rendimiento en campo.

- El material M1S3R3P5, aunque tiene ligera oxidación, presenta altos contenidos de sustancias funcionales, lo que le convierte en un material interesante para su aprovechamiento.

Recomendaciones:

- Establecer parcelas con las nuevas poblaciones generadas y clonar los mejores materiales para establecer ensayos regionales y seleccionar nuevas variedades.
- Continuar con el plan de cruzamientos entre las plantas con las mejores características que se observen en las nuevas poblaciones para lograr materiales más estables con características de alta productividad, calidad y resistencia a plagas.




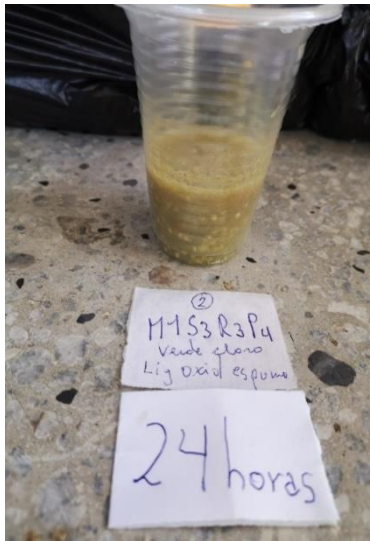
Referencias:


- AECID. (2021). Informe Tercer semestre mayo-octubre-2021.
- INIAP. (2020). Informe Anual del Programa de Fruticultura 2019. Quito. 120 p.
- INIAP. (2021). Informe Anual del Programa de Fruticultura 2020. Quito. 132 p.
- Loaiza, D. I. G., Santos, L. E. O., Mahecha, P. V., & Amariles, H. D. V. (2014). Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez. Acta Agronomica. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n1.31717>
- Mejía, C., Gaviria, D., Duque, A., Rengifo, L., Aguilar, E., & Alegría, A. (2012). Physicochemical characterization of the lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Castilla variety in six ripening stages. Vitae, 19(2), 157-165. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042012000200002&script=sci_abstract&lng=es
- Pirone, B. N., Ochoa, M. R., Kessler, A. G., & Michelis, A. (2002). Evolución de la concentración de ácido ascórbico durante el proceso de deshidratación de frutos de la rosa mosqueta (*Rosa eglanteria* L.). Asentamiento Universitario Villa Regina, 31(1), 85-98. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3996886>
- Riera, M., & Gómez, Y. (2019). Cinética de la degradación térmica del ácido ascórbico en el jugo de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Ciencia y Tecnología, 35(1): 1-7.
- Rosales Laguna, D. D., & Arroyo, G.A. (2015). Vitamina C y parámetros fisicoquímicos durante la maduración de Berberis lobbiana "UNTUSHA ". Revista de la Sociedad Química de Perú, 81(1), 63-75. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2015000100008
- Rodríguez, J. (2019). Oxidación de las frutas. El Español.
- https://www.elespanol.com/ciencia/nutricion/20190414/pasa-comes-fruta-oxidada/389712008_0.html
- Torres Navarrete, A., Vargas Burgos, J. C., García Quintana, Y., & Arteaga Crespo, Y. (2018). Composición química y características sensoriales y morfométricas de frutos de naranjilla (*Solanum quitoense* var. Palora) limpia y convencional en la Amazonía Ecuatoriana. Interciencia, 43, 115-119. Recuperado a partir de https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/03/115-ARTEAGA-43_02.pdf

Villareal, Y., Mejía, F., Osorio, O., & Cerón, F. A. (2013). Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina C en jugos de frutas. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 66-75. Recuperado a partir de <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/302/257>




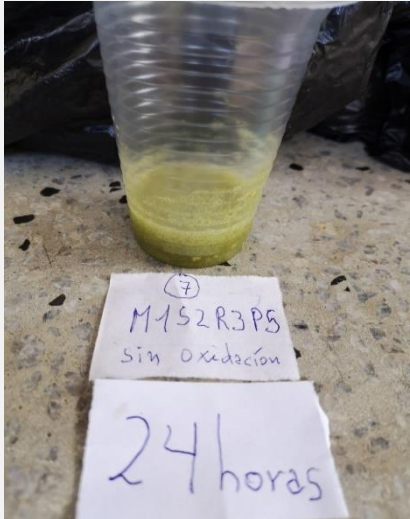


Anexos:

Anexo 2. Cambio del color y oxidación de jugo de 23 materiales de naranjilla evaluados a los 30 minutos y 24 horas. Granja Tumbaco. 2021.

No	Selección	Color jugo a los 30 minutos	Color del jugo a las 24 horas
1	M1S3R3P5		
2	M1S3R3P4		



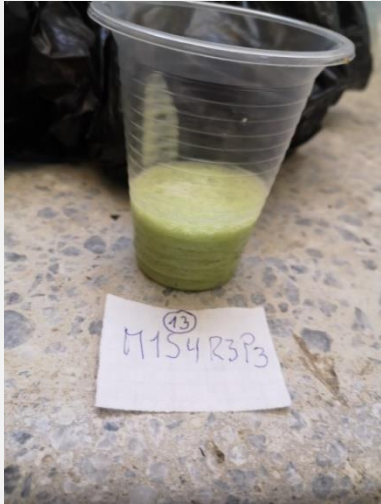
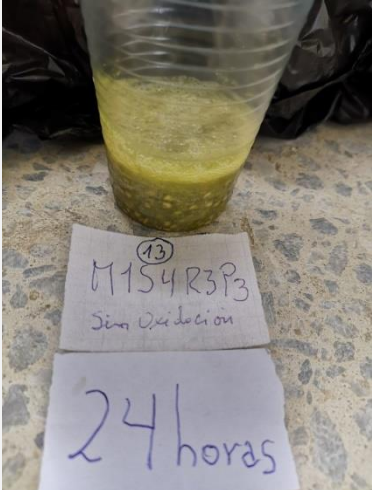
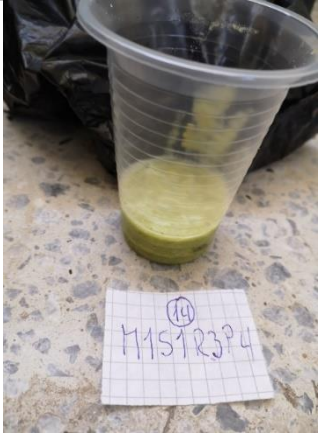
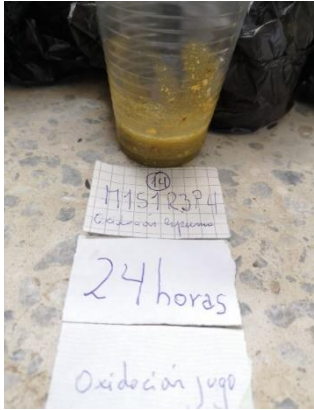
<p>3</p>	<p>M1S7R2P2</p>		
<p>4</p>	<p>M1S8R3P1</p>		
<p>5</p>	<p>M1S1R2P4</p>		

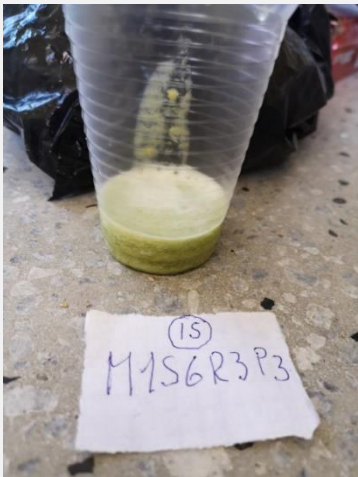


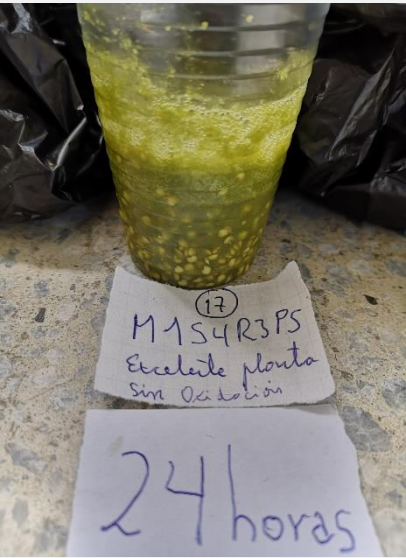



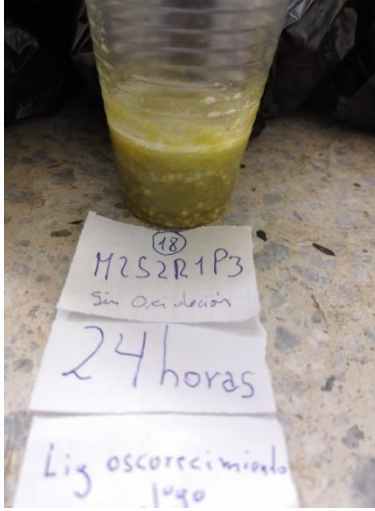
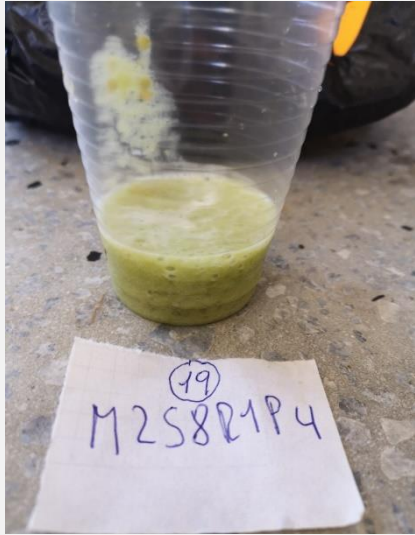
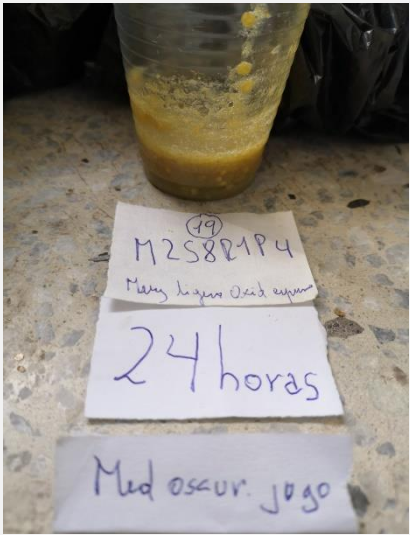
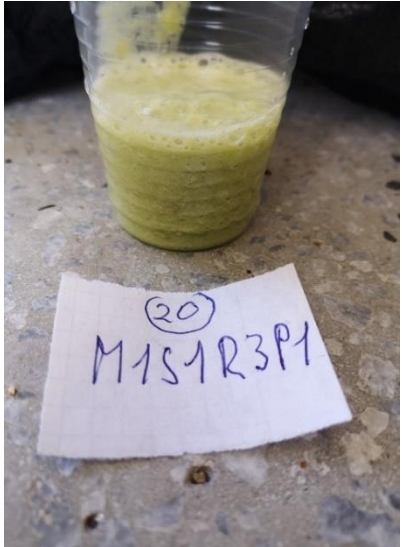
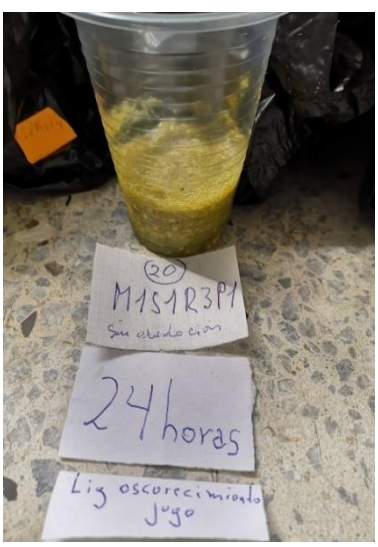
6	M1S8R3P4	 <p>M1S8R3P4 Ligera oxidación espesa</p> <p>Jugo Amavillo Verdoso</p>	 <p>M1S8R3P4 Ligera oxidación espesa</p> <p>Jugo Amavillo Verdoso</p> <p>24 horas</p>
7	M1S2R3P5	 <p>M1S2R3P5</p>	 <p>M1S2R3P5 sin oxidación</p> <p>24 horas</p>
8	M1S4R3P1	 <p>M1S4R3P1</p>	 <p>M1S4R3P1 sin oxidación</p> <p>24 horas</p>



9	M1S3R3P1		
10	M1S3R3P2		
11	M1S8R1P5		

12	M1S5R1P5	 <p>M1S5R1P5⁽¹²⁾</p>	 <p>M1S5R1P5⁽¹²⁾ Sin Oxidación 24 horas Lig oscurecimiento Jugo</p>
13	M1S4R3P3	 <p>M1S4R3P3⁽¹³⁾</p>	 <p>M1S4R3P3⁽¹³⁾ Sin Oxidación 24 horas</p>
14	M1S1R3P4	 <p>M1S1R3P4⁽¹⁴⁾</p>	 <p>M1S1R3P4⁽¹⁴⁾ Oxidación Jugo 24 horas</p>

<p>15</p>	<p>M1S6R3P3</p>		
<p>16</p>	<p>M1S6R1P2</p>		
<p>17</p>	<p>M1S4R3P5</p>		

<p>18</p>	<p>M2S2R1P3</p>		
<p>19</p>	<p>M2S8R1P4</p>		
<p>20</p>	<p>M1S1R3P1</p>		


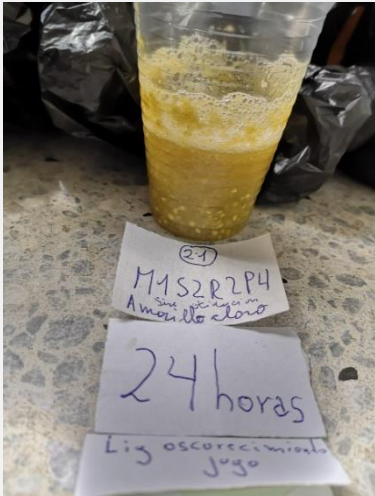
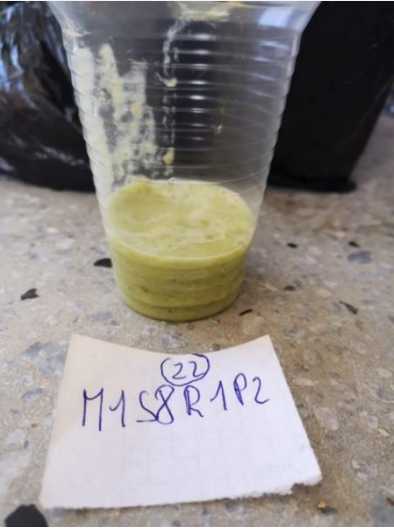
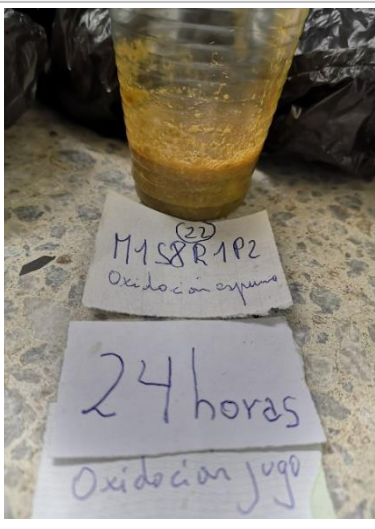
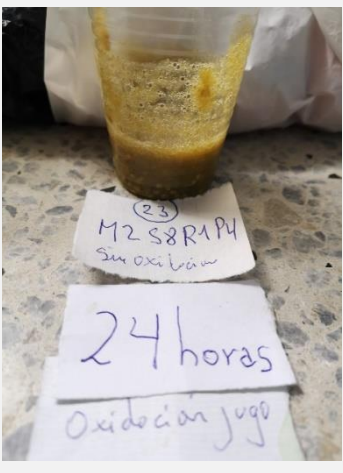
21	M1S2R2P4		
22	M1S8R1P2		
23	M2S8R1P4		

Figura 26. Oxidación del jugo de los materiales de naranjilla evaluados.

Fuente: P. Viteri

Actividad 3. Efecto de estrategias de fertilización nitrogenada y orgánica en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

Responsable: Yamil Cartagena, Pablo Viteri

Colaboradores: Milton Hinojosa, Rafael Parra, Laura Vásquez, Andrés Rivera.

Antecedentes:

Entre los limitantes de la baja productividad y competitividad de la naranjilla está el manejo de la nutrición, la cual aún en nuestro país se realiza de manera empírica, sin un soporte de procesos sistemáticos de investigación y con un escaso conocimiento fisiológico y ecofisiológico de la planta, condición que ha llevado al abandono progresivo del cultivo, con la consecuente pérdida de fuentes de empleo, reducción de ingresos económicos y deterioro del nivel de vida de los productores (Revelo et al., 2010; Revelo & Sandoval, 2003).

La escasa información sobre la nutrición de la naranjilla y la importancia que tienen el nitrógeno y la materia orgánica en el mejoramiento de la productividad, conservación de la fertilidad y calidad del suelo, conllevan a profundizar su estudio en suelos provenientes de pastizales o cultivos como alternativa sostenible al proceso de degradación actual, muchas veces a expensas de los bosques, lo que ha causado efectos nocivos en la biodiversidad y erosión del suelo en áreas de ladera (Gómez-Merino et al., 2014; Ramírez & Duque, 2010).

Los estudios realizados por Bastidas (2009) en zonas de producción de naranjilla tradicionales de bosque húmedo, generó una recomendación de fertilización y determinó como nutrientes limitantes del desarrollo y rendimiento de la naranjilla al fósforo y nitrógeno, estos resultados no son interpolables a la realidad de los valles subtropicales (Luque, 2003) donde se desarrolla este experimento, por lo tanto es necesario obtener información acertada de cómo manejar la nutrición bajo estas condiciones.

Por lo tanto, es importante complementar los resultados de investigaciones pasadas con el fin de conocer la respuesta de la fertilización química-orgánica para realizar una recomendación ajustada a las condiciones de suelos y clima que contribuirá al incremento de la producción, manejo racional de los fertilizantes y uso del suelo (Valverde, Espinoza, & Bastidas, 2010; Machado et al., 2016; Rodas, 2017; Tamayo, Franco & Bernal, 2002).

Objetivo:

Evaluar las estrategias de fertilización química, con énfasis en dosis de nitrógeno y orgánica en el cultivo de naranjilla que mejoren el crecimiento y productividad en el valle subtropical de Tumbaco.

Metodología:

Perfil aprobado Comité Técnico EESC-09-06-2020.

El lugar del experimento presentó las siguientes características: Ubicación política: Provincia: Pichincha; Cantón: Quito; Parroquia: Tumbaco; Sector: La Granja; Sitio: Granja Experimental Tumbaco-INIAP. Ubicación geográfica: Latitud: 00° 13' 00" Sur; Longitud: 78° 24' 00" Oeste; Coordenadas UTM: 17 M 7881949976120. Ubicación ecológica: temperatura promedio anual: 17 °C; precipitación promedio anual: 800 mm; humedad relativa promedio: 70,86 %; clima:

subhúmedo templado; clasificación: bosque seco montano bajo; textura del suelo: franco arenoso; altitud: 2 348 m (INAMHI, 2019; IGM, 2018).

Para la implementación del ensayo se utilizaron plantas de naranjilla del segregante M1S6R3P3 autopolinizado, seleccionado por el Programa de Fruticultura-GET, adaptado a las condiciones de Tumbaco y proviene de un programa de mejoramiento (INIAP, 2020) las cuales fueron propagadas en condiciones de invernadero hasta su implementación en campo. Los factores en estudio fueron N (0, 150, 300 y 450 kg ha⁻¹) y Materia orgánica (0, 7.5 y 15 t ha⁻¹), obteniéndose como resultado de su interacción 12 tratamientos que se describen en la Tabla 22.

Tabla 22. *Tratamientos en estudio.*

Tratamiento	Descripción	N (Kgha ⁻¹)	Compost (tha ⁻¹)
T1	FQ1FO1	0	0
T2	FQ1FO2	0	7.5
T3	FQ1FO3	0	15
T4	FQ2FO1	150	0
T5	FQ2FO2	150	7.5
T6	FQ2FO3	150	15
T7	FQ3FO1	300	0
T8	FQ3FO2	300	7.5
T9	FQ3FO3	300	15
T10	FQ4FO1	450	0
T11	FQ4FO2	450	7.5
T12	FQ4FO3	450	15

Los tratamientos se distribuyeron en el campo de acuerdo con un diseño de parcela dividida, siendo el factor principal las dosis de N ubicadas en cuatro bloques y dentro de estas se distribuyen al azar los tres niveles de MO en tres repeticiones (Tabla 23), dando un total de nueve parcelas por bloque, cada una de ellas constituida por cuatro plantas, y 36 parcelas total en el experimento.

Análisis funcional: Los datos resultantes serán sometidos a una verificación de los supuestos de normalidad de errores y homogeneidad de varianzas. Posteriormente se efectuará un análisis de varianza, y cuando se detecten diferencias significativas se aplicará la prueba de significación de Tukey al 5%. Adicionalmente se realizarán regresiones lineales y cuadráticas en la medida que lo requiera.

Tabla 23. Esquema del ADEVA para variables en evaluación ensayo fertilización en naranjilla.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	35
Repeticiones	2
Factor A	3
Lineal	1
Cuadrático	1
Cúbico	1
Error (A)	6
Factor B	2
Lineal	1
Cuadrático	1
Interacción AxB	6
Error (B)	16

Manejo del experimento: Dentro de las actividades contempladas se realizaron labores de aplicación fraccionada de la fertilización de los tratamientos nitrogenados y de MO de acuerdo con el plan de fertilización. Adicional al manejo agronómico se realizaron controles fitosanitarios considerando la rotación y el periodo de carencia de los productos utilizados, tanto insecticidas como fungicidas. Se continuó con el trapeo, monitoreo y diagnóstico de punta morada (PM) CaLSO y de la dinámica de su vector *Bactericera cockerelli*, en el experimento y en las parcelas adyacentes; para esto se implementaron 8 trampas cromáticas amarillas impregnadas con polibuteno para actuar como adherente y capturar insectos, estas fueron, distribuidas en la parcela. Las labores culturales que se realizaron fueron la poda de hojas bajas y selección de los mejores de brotes superiores para podar los afectados por PM debido a que uno de los síntomas es el acortamiento y aglomeración de brotes y entrenudos deformados y cloróticos (Anexo 3).

Variables y métodos de evaluación

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Altura de planta: La altura del vegetal se obtuvo mediante la medición con una cinta métrica tomando como referencia el cuello o base del tallo hasta el ápice o punto de crecimiento más alto de la planta, el resultado de esta medida se expresó en centímetros.

Diámetro del tallo: El diámetro del tallo se midió a 10 cm sobre el cuello mediante el uso de un calibrador digital y el resultado se expresó en mm.

Incidencia de Punta morada

Se evaluó la presencia de la enfermedad por medio del monitoreo de sintomatología típica del ataque de *Candidatus Liberibacter solanacearum* (CaLSo) y se contabilizará el total de plantas enfermas por tratamiento de nutrición para obtener un porcentaje.

Índice SPAD de clorofila

Se realizó la medida de esta variable a través del uso de un equipo SPAD, identificando la hoja activa del tercio medio de la planta que ya haya terminado su desarrollo y cuyo envés haya aclarado su característico color púrpura para obtener una buena lectura de absorbancia la cual se expresa en unidades SPAD entre un rango de 0 a 199 unidades.

Días a la floración: Se realizó la contabilización de días después del trasplante hasta que las plantas alcanzaron la floración usando como indicador el apareamiento del órgano reproductivo (inflorescencias) y se expresó en días después del trasplante.

Número de flores por inflorescencia

Alcanzada la plenitud de floración se tomó cinco inflorescencias y se obtuvo de ellas un promedio de flores existentes por individuo en cada inflorescencia.

Número de inflorescencias por planta

Alcanzada la plenitud de floración se contó el número total de inflorescencias existentes por planta.

Resultados y discusión:

A continuación, se presentan los resultados de las variables que se han evaluado a partir del trasplante.

Altura de planta (cm)

En la Tabla 24 y Figura 27, se observa el crecimiento en altura mensual de los 12 tratamientos, encontrándose que, con alturas entre 9 y 13 cm a los 30 días, los tratamientos alcanzan alturas a los 9 meses entre 80 y 128 cm. Analizados los datos, se pudo observar que no existen diferencias estadísticas para esta variable, sin embargo, el tratamiento con mayor altura fue T9 con 128,69 cm (Tabla 25, Figura 28). El coeficiente de variación fue de 17,13 %, lo que indica que hubo cierta dispersión de los datos.



Tabla 24. Alturas mensuales (cm) de tratamientos evaluados en fertilización de naranjilla.

Tratamiento	Días después del trasplante								
	28	59	89	120	151	182	213	244	274
T1	11,33	23,46	31,03	51,74	58,70	60,28	66,75	75,58	80,66
T2	9,41	22,87	31,27	44,08	53,65	59,33	68,16	80,27	90,38
T3	9,96	25,13	36,13	58,24	67,01	73,70	85,41	98,60	110,34
T4	12,88	27,37	39,06	67,78	77,94	89,74	99,87	115,74	118,06
T5	11,71	24,99	37,77	69,70	81,53	91,28	102,42	112,33	123,50
T6	10,73	25,79	41,36	67,75	76,83	85,96	96,90	105,05	114,71
T7	12,81	29,72	42,27	70,19	76,21	87,00	90,73	107,33	112,71
T8	11,64	26,81	38,78	64,21	71,99	79,80	86,47	100,62	111,42
T9	11,55	28,87	43,21	71,53	82,85	91,12	104,83	122,05	128,60
T10	13,11	28,53	44,64	70,91	75,71	87,21	100,34	114,29	119,88
T11	12,97	30,43	42,50	51,72	61,37	67,93	75,47	88,65	96,38
T12	12,46	28,46	40,93	72,91	84,24	94,38	106,01	115,73	121,75

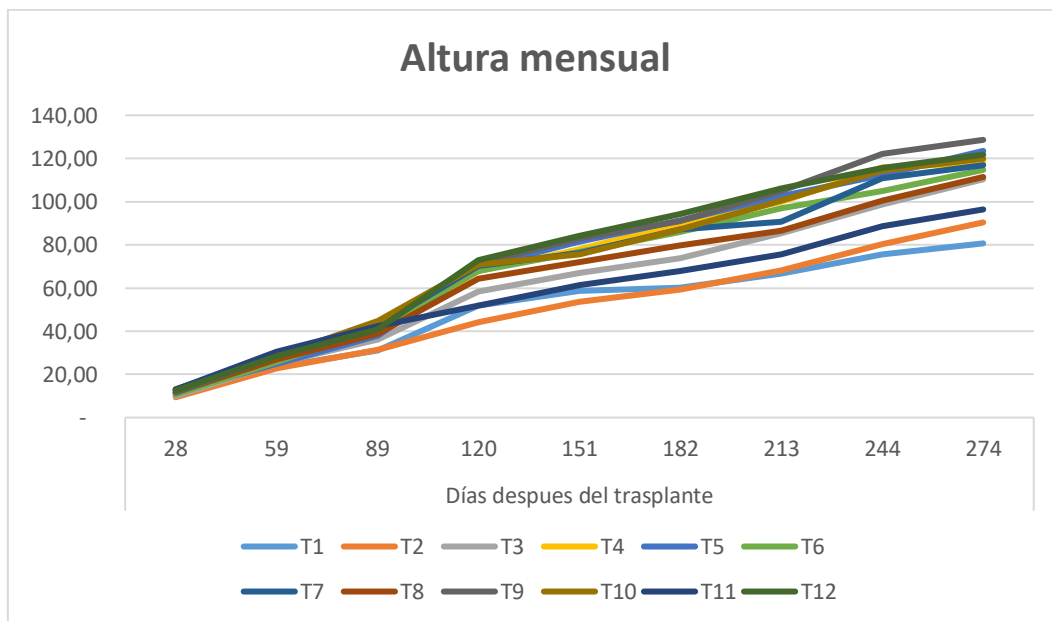


Figura 27. Curva de crecimiento mensual de la altura de la planta (cm).

Tabla 25. Promedios y prueba de Tukey 5% para altura de planta (cm) de los tratamientos. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T1	80,66	A
T2	90,38	A
T11	96,38	A
T3	110,34	A
T8	111,42	A
T6	114,71	A
T7	116,87	A
T4	118,06	A
T10	119,88	A
T12	121,75	A
T5	123,50	A
T9	128,60	A

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

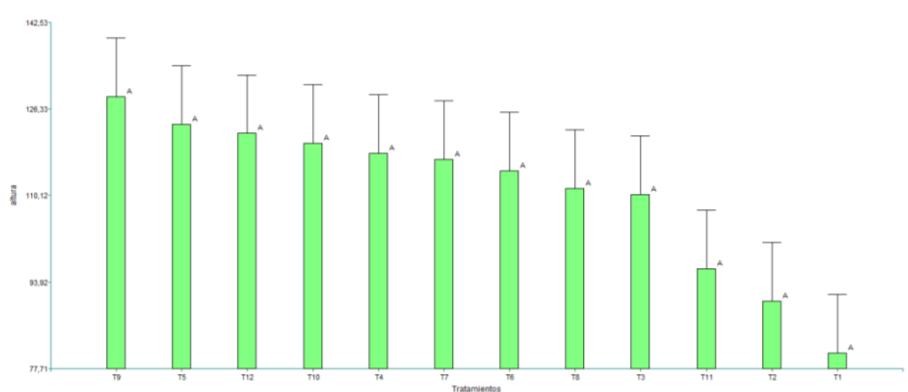


Figura 28. Altura de planta (cm)

Diámetro del tallo (mm)

En la Tabla 26 y Figura 29, se observa el crecimiento en diámetro mensual de los 12 tratamientos, encontrándose que, con diámetros entre 6 a 9 mm a los 30 días, los tratamientos alcanzan diámetros a los 9 meses entre 30 y 43 mm. Una vez analizados los datos, se puede observar que no existen diferencias estadísticas para tratamientos en esta variable, sin embargo, el tratamiento con mayor diámetro fue T5 con 42,90 mm (Tabla 27, Figura 30). El coeficiente de variación fue de 15,43 %.

Tabla 26. Diámetros mensuales (mm) de tratamientos en evaluación fertilización naranjilla.

Tratamiento	Días después del trasplante								
	28	59	89	120	151	182	213	244	274
T1	6,01	14,27	17,70	22,10	22,19	23,63	25,96	28,04	29,69
T2	5,54	13,86	19,26	20,96	22,76	24,16	25,86	28,72	30,59
T3	5,59	15,04	19,36	22,22	24,35	27,02	28,91	32,06	34,02
T4	8,79	17,04	22,99	25,60	29,28	33,10	36,61	40,89	42,73
T5	6,13	16,99	23,84	26,66	30,10	33,81	37,85	41,00	42,90
T6	5,84	16,07	22,26	25,64	29,08	32,02	34,47	37,63	39,82
T7	7,66	17,17	23,37	27,13	30,05	31,47	36,06	39,43	41,32
T8	6,06	16,67	22,99	23,84	27,17	29,79	32,81	36,25	38,19
T9	6,86	17,13	22,85	25,82	29,09	33,76	36,55	39,88	41,88
T10	7,38	18,72	24,22	27,32	29,57	32,92	36,31	39,90	41,99
T11	7,71	19,09	24,12	23,11	26,02	28,44	31,02	36,35	39,54
T12	6,37	17,01	22,89	26,61	28,84	31,14	33,79	38,35	40,31

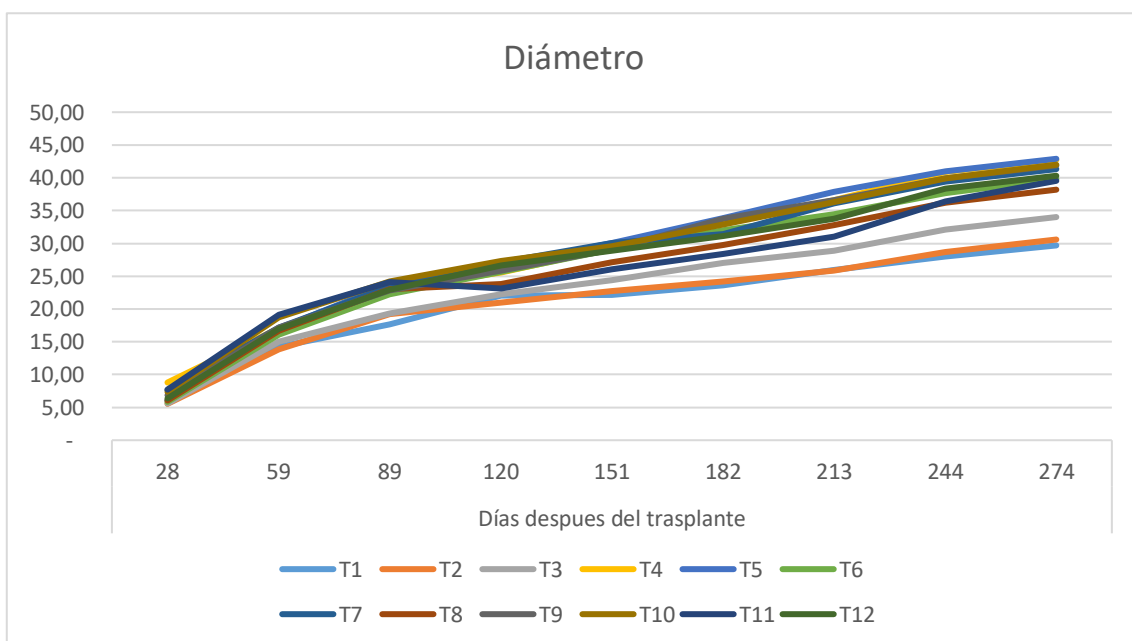


Figura 29. Curva de crecimiento mensual del diámetro del tallo (mm)

Tabla 27. Promedio y prueba de Tukey 5% para diámetro de tallo (cm) de los tratamientos. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T1	29,69	A
T2	30,59	A
T3	34,02	A
T8	38,19	A
T11	39,54	A
T6	39,82	A
T12	40,31	A
T7	41,32	A
T9	41,89	A
T10	42,00	A
T4	42,73	A
T5	42,90	A

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

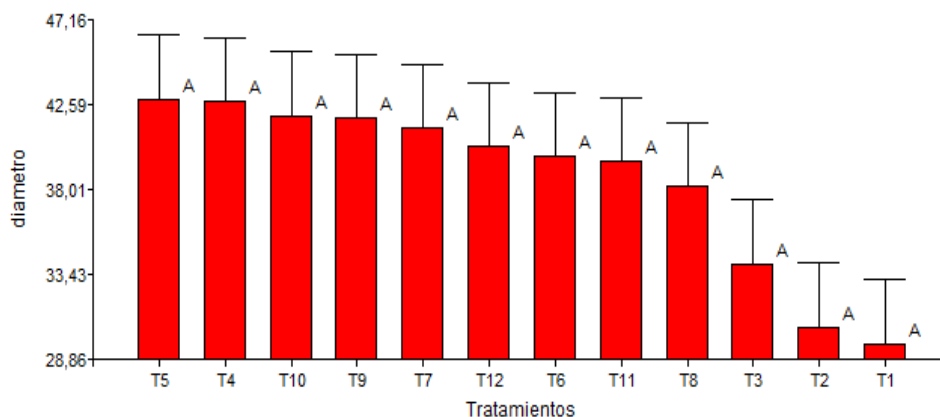


Figura 30. Diámetro de tallo (mm)

Índice de verdor

En la Tabla 28, se observan las diferentes lecturas realizadas del índice de verdor, variando entre 26 y 33 el índice SPAD a los 6 meses, mientras que a los 9 meses varió entre 36 y 47 SPAD. Al realizar el ADEVA se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo, el tratamiento con mayor % de clorofila es el T11 con 47,33 unidades SPAD (Tabla 29, Figura 31). El coeficiente de variación fue de 13,26% aceptable para el experimento.



Tabla 28. Índice de verdor mensual de los tratamientos evaluados fertilización naranjilla.

Tratamiento	SPAD			
	182 ddt	213 ddt	244 ddt	274 ddt
T1	28,26	33,14	38,30	36,47
T2	25,67	29,78	39,13	36,58
T3	29,35	32,38	40,43	36,83
T4	30,41	34,11	43,43	46,35
T5	31,80	35,00	48,15	44,12
T6	31,96	35,60	45,19	42,38
T7	32,05	36,17	42,91	44,91
T8	30,26	35,72	39,75	42,82
T9	33,16	36,81	47,68	42,03
T10	28,26	32,50	46,68	41,57
T11	27,66	32,71	45,61	47,33
T12	29,88	34,64	47,38	42,57

Tabla 29. Promedio y prueba de Tukey 5% para índice de clorofila de los tratamientos. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T1	36,47	A
T2	36,59	A
T3	36,84	A
T10	41,58	A
T9	42,03	A
T6	42,39	A
T12	42,57	A
T8	42,82	A
T5	44,12	A
T7	44,91	A
T4	46,35	A
T11	47,33	A

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

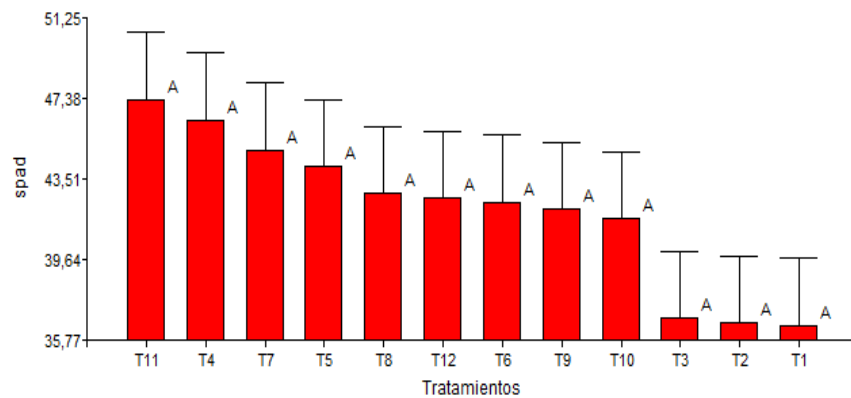


Figura 31. Contenido de clorofila (SPAD)

Inicio de floración

Para la variable fenológica días al inicio de floración se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos, encontrando que el tratamiento T6 tomó alrededor de 77 días en iniciar la floración y el T1 121,67 días (Tabla 30 y Figura 32). En cuanto al coeficiente de variación fue de 17,15 %, indicando que una mayor variabilidad de los datos entre los tratamientos.

Tabla 30. Promedio y prueba de Tukey 5% para días al inicio de la floración luego del trasplante de los tratamientos de evaluación de fertilización orgánica e inorgánica naranjilla. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T6	77,00	A
T10	78,33	A
T4	79,00	A
T7	80,00	A
T5	80,33	A
T11	83,33	A
T9	90,00	A
T12	94,67	A
T8	101,00	A
T3	111,67	A
T2	115,00	A
T1	121,67	A

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

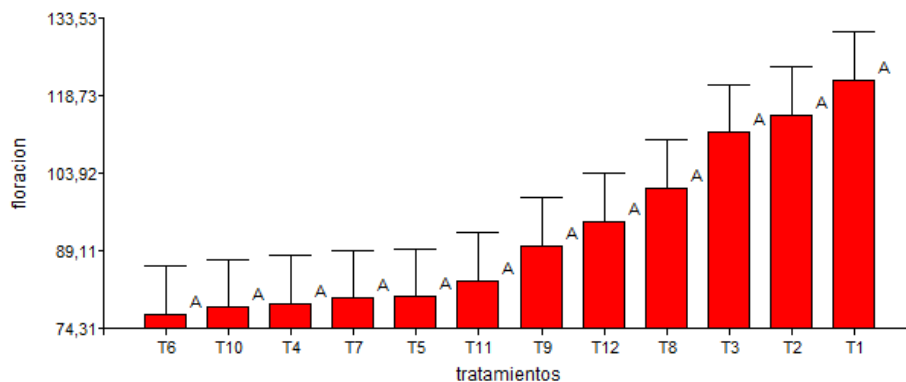


Figura 32. Inicio de floración

Incidencia de Punta morada

Realizado el ADEVA de los datos de esta variable, se determinó que no hubo diferencias estadísticas para tratamientos, sin embargo, el tratamiento T6 con el 50 % presentó el mayor número de plantas enfermas (Tabla 31, Figura 33). El coeficiente de variación fue de 65 %, lo que muestra una alta variabilidad entre tratamientos y dentro de estos.

Tabla 31. Promedio y prueba de Tukey al 5% para incidencia de punta morada de los tratamientos de evaluación de fertilización orgánica e inorgánica naranjilla. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T1	8,33	A
T3	25,00	A
T4	25,00	A
T2	25,00	A
T11	25,00	A
T7	25,00	A
T12	33,33	A
T5	33,33	A
T8	41,67	A
T9	41,67	A
T10	50,00	A
T6	50,00	A

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

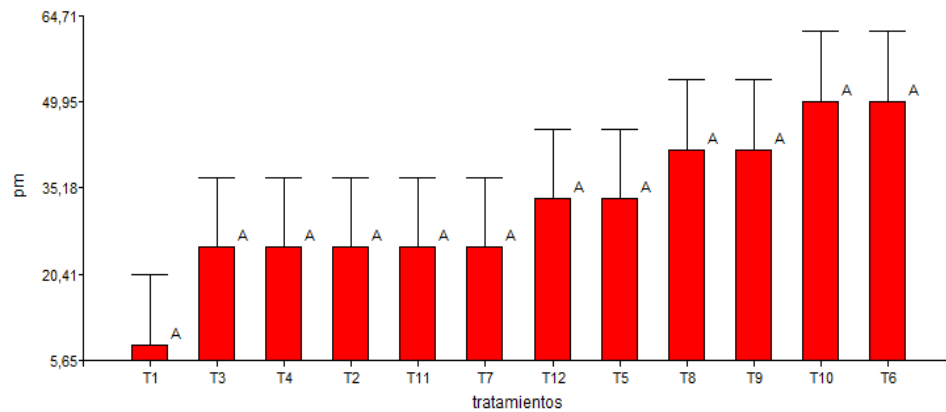


Figura 33. Incidencia de punta morada

Número de inflorescencias por planta

De acuerdo con el ADEVA de esta variable se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos. El tratamiento T12 con promedio de 21 inflorescencias/planta fue el que presentó los más altos promedios (Tabla 32, Figura 34). El coeficiente de variación fue de 65,22 %, indicando alta variabilidad.

Tabla 32. Promedio y prueba de Tukey 5% para número de inflorescencias por planta de los tratamientos en evaluación de fertilización orgánica e inorgánica naranjilla. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T10	7,00	A
T4	7,00	A
T1	8,67	A
T11	9,00	A
T9	9,33	A
T5	11,00	A
T7	11,00	A
T3	11,33	A
T6	12,67	A
T8	12,67	A
T2	13,33	A
T12	21,67	A

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

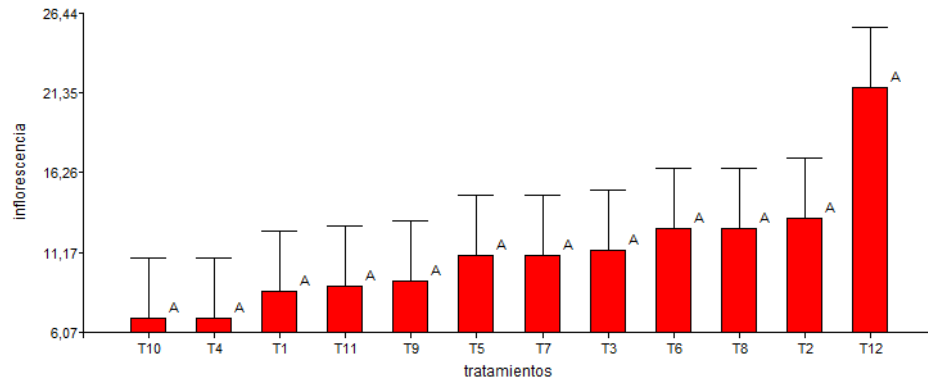


Figura 34. Inflorescencias por planta

Número de flores por inflorescencia

De acuerdo con el ADEVA de esta variable se observó que no existen diferencias estadísticas para tratamientos. El T12 con 8 flores fue el que presentó el número mayor de inflorescencias (Tabla 33, Figura 35). El coeficiente de variación fue de 28,84 %, indicando cierta variación de los datos entre tratamientos.

Tabla 33. Promedio y prueba de Tukey 5% para número de flores por inflorescencia de los tratamientos en evaluación de fertilización orgánica e inorgánica naranjilla. Tumbaco, 2021.

Tratamiento	Medias	
T3	5,00	A
T4	5,33	A
T8	5,33	A
T6	5,33	A
T5	6,33	A
T7	6,33	A
T11	6,67	A
T10	7,33	A
T2	7,67	A
T9	8,00	A
T1	8,00	A
T12	8,33	A

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

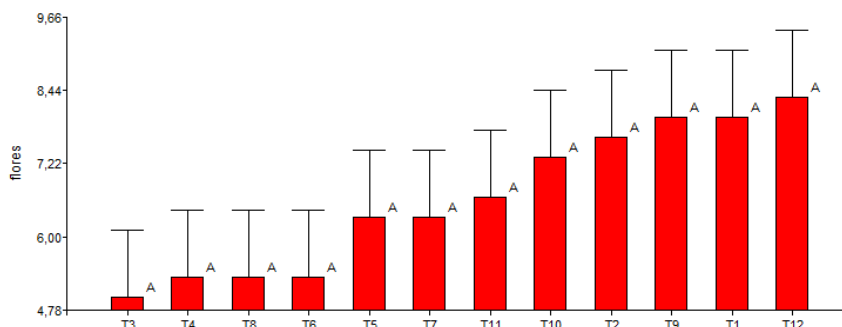


Figura 35. Flores por inflorescencia

Conclusiones:

El experimento en campo atraviesa el noveno mes a partir del trasplante, tiempo en el cual el crecimiento ha aumentado debido a la gran capacidad fotosintética que ofrece el follaje. En los tratamientos se empieza a denotar las diferencias visuales en cuanto al desarrollo vegetativo y fenológico del material, correlacionadas a la fertilización, aunque no se observa diferencias estadísticas en altura y diámetro de los tratamientos, es destacable que los tratamientos T1, T2 y T3, sin la aplicación de nitrógeno, se encuentran con los promedios más bajos, mientras que T12 en altura y T5 en diámetro del tallo son los de mayor promedio.

Se observó también una mejoría del estado de las plantas con incidencia de enfermedad CaLso, lo cual se debe el manejo cultural y fitosanitario realizado, ya que hubo rebrote de los ápices sanos después de la selección y poda de brotes afectados por punta morada, adicional a esto se complementó con la aplicación de bioestimulantes al follaje y vía *drench* a las raíces.

En las plantas aparentemente sanas o que han demostrado resistencia a PM se observa un alto porcentaje de cuajado y llenado de frutos, al mismo tiempo que la floración consecutiva avanza.

Mediante el análisis del índice de clorofila se pudo apreciar que los valores no marcan diferencias significativas a pesar de las dosificaciones de fertilización química y orgánica, lo cual se explicaría por la poda de hojas bajas debido al daño por el viento, conociendo que el nitrógeno por ser un elemento móvil presenta la deficiencia en hojas bajas, por lo que no deben podarse dichas hojas para medir este índice y encontrar diferencias entre tratamientos.

Recomendaciones:

Continuar con el ensayo que está próximo a iniciar la cosecha, fase clave del experimento donde se podrán determinar posibles diferencias entre los tratamientos, que servirá para definir las mejores dosis de nitrógeno, materia orgánica y si existe interacción. Además, se deberá definir la dosis óptima económica para tener una recomendación para los productores y definir el efecto de la nutrición en la incidencia de punta morada en naranjilla en el valle de Tumbaco.

Referencias:

- Gómez-Merino, F; Trejo-Téllez, L; García-Albarado, J; Cadeña-Íñiguez, J. 2014. Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) como cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 9 28 de septiembre - 11 de noviembre, 2014 p. 1741-1753.
- Instituto Geográfico Militar. (IGM). 2018. Carta Topográfica 1:250000.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019). Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2020). Informe Anual 2019 del Programa de Fruticultura. Quito, Ecuador, 90 p.
- Machado, D; Aguilar, A; De Oliveira, R; & De Lima, D. (2016). Deficiência induzida de nitrogênio, fósforo e potássio em mudas de lulo. Sci. Agrar. Parana v. 15, n. 1, jan./mar., p. 76-81.
- Ramírez, V. H. y Duque, N. N. (2010). Respuesta del lulo La Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. Acta Agron. 59:155-161.
- Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León, J., & Gallegos, P. (2010). Manual del Cultivo Ecológico de la Naranjilla. Manual Técnico No. 77 (Quito, Ecuador: INIAP), pp.120.
- Revelo, J., & Sandoval, P. (2003). *Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (Solanum quitoense Lam.) en la Región Amazónica del Ecuador*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2434>
- Rodas, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín*. 67.
- Tamayo, A., Cardona, J., Franco, G., & Bernal, J. 2002. Nutrición y Fertilización de lulo. In: El cultivo del lulo, M, Girado y G, Franco editores. Corpoica, Manizales, Colombia. p 27-34.
- Valverde, F., Espinosa, J., & Bastidas, F. (2010). *Manejo de la nutrición del cultivo de naranjilla (Solanum quitoense Lam.) en las zonas de producción de la Región amazónica y Noroccidente de Pichincha*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2514>

Anexos:

Anexo 3. Actividades realizadas en el experimento de fertilización en naranjilla.



Figura 36. Etapa de vivero

Fuente: A. Rivera



Figura 37. Llenado de fundas

Fuente: A. Rivera



Figura 38. Medición y trazado del huerto

Fuente: A. Rivera



Figura 39. Hoyado. Fuente: A. Rivera



Figura 40. Fertilización edáfica

Fuente: A. Rivera



Figura 41. Preparación de los tratamientos

Fuente: A. Rivera



Figura 42. Instalación del sistema de fertirriego. Fuente: A. Rivera



Figura 43. Trasplante a campo

Fuente: A. Rivera



Figura 44. Riego

Fuente: A. Rivera



Figura 45. Toma de muestra para
gravimetría

Fuente: A. Rivera



Figura 46. Toma de datos

Fuente: A. Rivera



Figura 47. Aplicación de Enraizante

Fuente: A. Rivera



Figura 48. Controles preventivos

Fuente: A. Rivera



Figura 49. Fertilización complementaria

Fuente: A. Rivera



Figura 50. Labores de riego

Fuente: A. Rivera



Figura 51. Floración

Fuente: A. Rivera



Figura 52. Cuajado

Fuente: A. Rivera



Figura 53. Llenado del fruto

Fuente: A. Rivera



Figura 54. Lectura SPAD

Fuente: A. Rivera



Figura 55. Poda

Fuente: A. Rivera



Figura 56. Plantas afectadas PM

Fuente: A. Rivera



Figura 57. Frutos en desarrollo

Fuente: A. Rivera

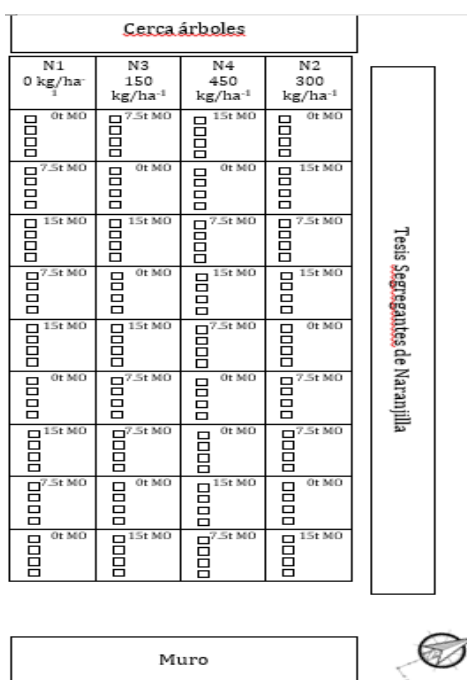


Figura 58. Plano del experimento

Actividad 4. Evaluación de materiales segregantes de tomate de árbol con resistencia a enfermedades y caracterización en calidad de fruto en el valle interandino de Tumbaco.

Responsable: Andrea Sotomayor

Colaboradores: Pablo Viteri, Milton Hinojosa, Pablo Gaona, Lenin Ron, Martín Salazar.

Antecedentes:

El tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) es una planta originaria de los bosques subtropicales de la región Andina de Sudamérica (Acosta et al., 2012; Bohs, 1989). Es un frutal con mucho potencial, esencialmente por sus características organolépticas, y por tener un alto valor nutritivo (Morón, 2000). En Ecuador, esta planta es cultivada por pequeños y medianos agricultores en 3313 ha (SIPA-SIGAP, 2017), en regiones subtropicales, entre 1500 y 2800 m de altitud, en climas templados secos y sub cálidos húmedos (Albornoz, 1992; León et al., 2004).

Este frutal presenta grandes limitantes para su expansión y exportación de fruta debido a la alta susceptibilidad a insectos plaga y enfermedades (Carrillo-Perdomo *et al.*, 2015) que afectan la calidad de la fruta por la alta residualidad de agroquímicos.

La antracnosis es una de las enfermedades más importantes en tomate de árbol, ya que puede ocasionar pérdidas entre el 50% y 100% de la producción (Saldarriaga-Cardona et al., 2008). Según Caicedo et al., (2017) han reportado como agente causal a *C. tamarilloi* en Ecuador, que se encuentra en el complejo de *C. acutatum* y representa el 75% de los aislamientos y el 25% restante proveniente de la provincia de Pichincha presentaron variabilidad genética dando como resultado un grupo nuevo de *Collectotrichum* no descrito.

Recientemente, ha emergido un nuevo complejo insecto-enfermedad denominado “punta morada” que está provocando pérdidas importantes en tomate de árbol, especialmente en las provincias de Imbabura, Pichincha, Cotopaxi y Chimborazo, en que las variedades locales son susceptibles (Viera et al., 2021).

En este complejo se ha identificado al insecto *Bactericera cockerelli* como transmisor de una bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, que provocan sintomatologías como “escoba de bruja” que se caracteriza por una proliferación de brotes, este síntoma se presenta en el estado de crecimiento, la planta deja de crecer y permanece indefinidamente en estado vegetativo, mientras que cuando el síntoma se presenta en estado de fructificación, la planta deja de producir y las escobas igualmente no florecen (Alhudaib and Razq, 2011; Rao et al., 2017). Por otro lado, el síndrome de “clorosis letal” se inicia con la aparición de purpura de la planta, la que progresa en la clorosis pronunciada y deformación de las hojas internas más jóvenes de los brotes (Viera et al., 2021).

A partir del año 2006, el Programa Nacional de Fruticultura del INIAP, ha evaluado segregantes de cruzamientos ínter específicos entre *S. betaceum* x *S. unilobum* y *S. betaceum* x *S. materna*, obteniendo distintos niveles de resistencia a antracnosis, pero deficiente calidad del fruto en cuanto a tamaño, color de pulpa y sabor, por lo que se realizaron retrocruzamientos hacia *S. betaceum* para recuperar las características agronómicas y características importantes para el desarrollo de una tolerancia/resistencia del tomate de árbol hacia la antracnosis (Proaño, 2008; Coloma, 2010) que permitieron la selección de cinco materiales promisorios en base

principalmente de su respuesta al patógeno y características de calidad de fruta (Viera et al., 2016).

Finalmente, los segregantes fueron evaluados durante un nuevo ciclo de cultivo, realizando inoculaciones bajo condiciones controladas del patógeno a los frutos, con la finalidad de seleccionar nuevos parentales para futuros cruzamientos en el programa de mejoramiento de este frutal (Perachimba, 2018). Esta investigación plantea realizar evaluaciones de segregantes de tomate de árbol de materiales seleccionados con resistencia a antracnosis con tomate gigante anaranjado para mejorar calidad, además, se plantea conocer posible resistencia a problemas recientes relacionados con *Candidatus Liberibacter solanacearum*.

Objetivo:

Evaluar materiales de segregantes de tomate de árbol con resistencia a enfermedades y calidad del fruto.

Metodología:

Esta investigación fue aprobada por el Comité Técnico de la EESC, el día 11 de septiembre de 2019.

Características del sitio experimental: El experimento se implementó en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, localizada en la parroquia de Tumbaco (00°13'1,22" S, 78°24'47.69" O, 2348 msnm) en la provincia de Pichincha, Ecuador (INAHMI, 2015). La temperatura promedio anual fue de 17,5 °C, precipitación promedio anual de 800 mm y 73% de humedad relativa, correspondiente a la zona ecológica Bosque seco Montano Bajo (bsMB) (INAMHI, 2019).

Unidad Experimental: La unidad experimental está constituida por 3 plantas distanciadas a 2 m x 1,1 m, ocupando un área de 2,20 m² por planta, que cubren un área de 6,6 m² por tratamiento y 396 m² de área total del ensayo.

Factores y Tratamientos evaluados: para el establecimiento del ensayo se ha considerado implementar los tratamientos en diferentes métodos de propagación (dos ensayos), es así que, el primer ensayo con plantas provenientes de semilla se evaluaron los siguientes tratamientos GTA1, GTA2, GTA3, GTA4, GTA6 Y GTA7, en el segundo ensayo los tratamientos en evaluación son GTA8, TAP4, TAP8, TAP14 junto al testigo comercial (Gigante anaranjado) establecidos por injerto, teniendo como porta injerto plantas de tabaquillo (*Nicotiana glauca*), la información de todos los tratamientos se detalla en las Tablas 34 y 35.

Diseño Experimental y Análisis estadístico: para el análisis de estos ensayos se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones para cada ensayo. Se verificaron los supuestos de normalidad de error y homogeneidad de varianzas constantes y continuar con el análisis de varianzas ADEVA (p-valor <0.05) para datos paramétricos (Tablas 36 y 37). Al haber diferencias estadísticas se realizó una prueba de DMS al 5% para los tratamientos implementado por semilla y los tratamientos implementados por injerto. Para los análisis se empleó el programa estadístico Infostat 2020.

Tabla 34. Descripción de los tratamientos en estudio en el ensayo A.

Ensayo A		
Codificación	Descripción	Propagación
GTA1	GT10P1 x Gigante anaranjado	Semilla
GTA2	TA 2B x Gigante anaranjado	Semilla
GTA3	GT13P18 x Gigante anaranjado	Semilla
GTA4	TA P6 x Gigante anaranjado	Semilla
GTA6	GT13P17 x Gigante anaranjado	Semilla
GTA7	GT10P10 x Gigante anaranjado	Semilla

Tabla 35. Descripción de los tratamientos en estudio en el ensayo B.

Ensayo B		
Codificación	Descripción	Propagación
GTA8	TA P8 x Gigante anaranjado	Injerto
TAP4	Autopolinizada	Injerto
TAP8	Autopolinizada	Injerto
TAP14	Autopolinizada	Injerto
Testigo	Testigo – Gigante anaranjado	Injerto

Tabla 36. ADEVA para evaluar los segregantes de tomate de árbol propagados por semilla (Ensayo A).

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamiento	5
Bloque	2
Error	10

Tabla 37. ADEVA para evaluar los segregantes de tomate de árbol propagados por injerto (Ensayo B).

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	14
Tratamiento	4
Bloque	2
Error	8

Manejo del Experimento: respecto a la fertilización y abonadura, en este periodo fue realizado un análisis de suelo donde se muestra deficiencias en cuanto a nitrógeno y azufre. Las fertilizaciones han sido realizadas una vez al mes empezando con Urea y Materia Orgánica el mes de octubre, Sulfato de amonio y Profesional en el mes de noviembre, y en el mes de diciembre se realizó una fertilización completa con 19-07-21.

Respecto al riego, con el fin de mantener el cultivo a capacidad de campo, se planteó ejecutar tres riegos semanales, sin embargo, en estos meses ha habido abundancia en precipitación por lo que el riego se ha ejecutado en la mayoría de las semanas solo una vez.

Para el control de arvenses, se ha venido realizando cada quince días de manera manual tanto para los caminos como los espacios entre plantas. Respecto a los alrededores se ha aplicado Glifosato con el fin de eliminar posibles hospederos de plagas, estas aplicaciones se han realizado a dos metros de distancia del tomate de árbol en cada lado.

En cuanto a podas, se han venido haciendo podas de dos tipos (formación y fitosanitarias). Con el fin de eliminar hojas bajas, es decir, las que se encuentren 1/3 debajo de la altura, también para eliminar ramas entrecruzadas o en el caso de las injertas, los brotes del patrón. De tipo sanitaria con el fin de eliminar hojas rotas o muy bajas.

El tutorio se realizó cuando la altura de las plantas estaba entre los 30 cm, dichos tutores se encuentran sujetos a los tallos; el coronamiento se efectuó especialmente para las aplicaciones en *drench* de fertilizantes y fungidas, también para mejorar la circulación del riego.

Para el manejo fitosanitario, la aplicación de pesticidas se ha realizado de manera preventiva, específicamente contra enfermedades e insectos como pulgones y *Bactericera cockerelli*. Para evitar efectos de resistencia se planeó rotar los pesticidas empleando productos como: Permetrina, Profenofos, Dimetoato, Acetamiprid, Thiocyclam, Silicio y Aceite Agrícola. En cuanto a la rotación de fungidas se usó Metalaxil + Mancozeb, Sulfato de cobre, Azoxystrobin y Difenconazol. Además, se han colocado trampas amarillas para controlar *B. cockerelli* (Anexo 4).

Variables y métodos de evaluación: Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Diámetro del tallo: Para determinar esta variable se midió con un calibrador digital el diámetro de cada planta en intervalos de 30 días. En el caso de las plantas injertadas se midió el perímetro del tallo tomando de referencia el punto de unión de donde 5 cm hacia arriba (diámetro injerto) y 5 cm hacia abajo (diámetro portainjerto) son los sitios del valor a tomar (Albornoz, 2012). En cuanto a las plantas originadas por semilla, nos apoyamos con el valor de la altura de la planta el cual lo dividimos en tres, de este modo, para el valor del perímetro del tallo tomamos la altura que este en el 1/3 de la altura total (Procel, 2009).

Altura de planta: Esta variable se midió con una cinta métrica y expresada en centímetros en intervalos de 30 días. Se midió desde el cuello de la raíz de la planta hasta el ápice de esta (Procel, 2009).

Incidencia de “clorosis letal” y “escoba de bruja”: Se contabilizó el número de plantas con síntomas de “clorosis letal y escoba de brujas” y se dividió para el número de plantas total, los resultados fueron expresados en porcentaje. Para esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Incidencia = \frac{\text{número de plantas afectadas}}{\text{población total}} \times 100$$

Resultados y discusión:

A continuación, se presentan los resultados de la respuesta de los 11 segregantes distribuidos en dos métodos de propagación diferentes.

1. Ensayo A (Plantas provenientes de semilla)

Altura de planta (cm)

Para el ensayo A, los tratamientos han mantenido un patrón de crecimiento similar en altura, observándose un crecimiento lento entre el 1er y 2do mes, para luego incrementarse de manera importante en el 3er y 4to meses (Figura 59). En el primer mes se alcanzaron alturas entre 31 y 35 cm, mientras que en el cuarto mes entre 94 y 117 cm. El tratamiento GTA6 ha presentado un crecimiento mayor en los meses de evaluación, mientras que los tratamientos GTA4 principalmente y GTA1 han desacelerado el crecimiento en comparación con los demás tratamientos (Tabla 38). El menor crecimiento en los dos tratamientos señalados puede deberse a una mayor incidencia de clorosis letal (38,89%) y escoba de bruja (34,91%) respectivamente, que han provocado el enanismo en estas plantas, el cual, es uno de los principales síntomas de punta morada (Crisón, 2017).

Tabla 38. Promedios generales mensuales de la altura (cm) de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Altura de planta mensual (cm)			
	1er	2do	3ro	4to
GTA1	31,30	35,30	64,40	97,74
GTA2	33,62	44,90	65,29	108,43
GTA3	30,67	38,33	65,49	102,02
GTA4	31,51	38,67	60,38	94,32
GTA6	34,70	47,77	67,78	117,17
GTA7	32,41	37,27	63,48	99,67

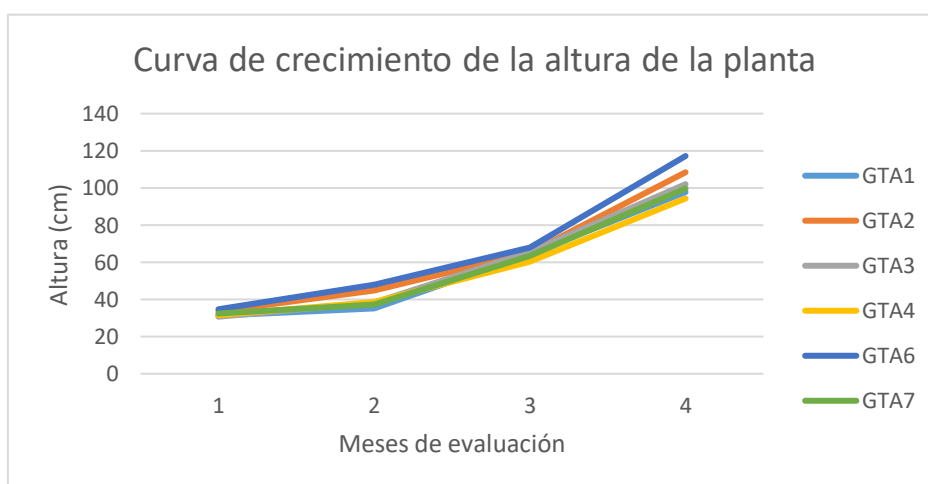


Figura 59. Curva de crecimiento de la altura de tratamientos del ensayo A.

El ADEVA de esta variable detectó diferencias estadísticas para tratamientos y al realizar la prueba de significación se observaron dos rangos, destacando el tratamiento GTA6 que presentó una media de 117,17 cm ocupando el primer rango, por otro lado, los tratamientos con la menor

media de esta variable fueron GTA1 y GTA4 que se ubicaron en el segundo rango con medias de 97,74 y 94,32 cm, respectivamente (Tabla 39). El CV para este análisis fue de 8,25% aceptable para esta investigación.

Tabla 39. Promedios y Prueba DMS al 5% para altura de planta (cm) de tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Medias .
GTA6	117,17 A
GTA2	108,43 A B
GTA3	102,02 AB
GTA7	99,67 AB
GTA1	97,74 B
GTA4	94,32 B

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

Diámetro de tallo (mm)

Los resultados muestran una tendencia similar en el crecimiento del diámetro del tallo de los tratamientos (Figura 60), observándose un crecimiento lento entre el 1ero y 2do mes, para luego incrementarse de manera importante en el 3ero y 4to meses (Figura 60). En el primer mes se alcanzaron diámetros entre 9 y 14 mm, mientras que en el cuarto mes entre 27 y 35 mm. Los tratamientos GTA1 y GTA6 presentaron el mayor diámetro, mientras que el tratamiento GTA2 presentó una menor tendencia del crecimiento (Tabla 40).

Tabla 40. Promedios generales mensuales del diámetro (mm) de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Diámetro de plantas por cada mes (mm)			
	1er	2do	3ro	4to
GTA1	14,12	15,39	24,38	34,91
GTA2	8,67	10,66	22,20	26,94
GTA3	11,12	16,39	23,29	30,56
GTA4	13,3	15,2	21,82	30,18
GTA6	12,44	15,75	21,63	33,85
GTA7	11,65	15,32	23,09	32,98

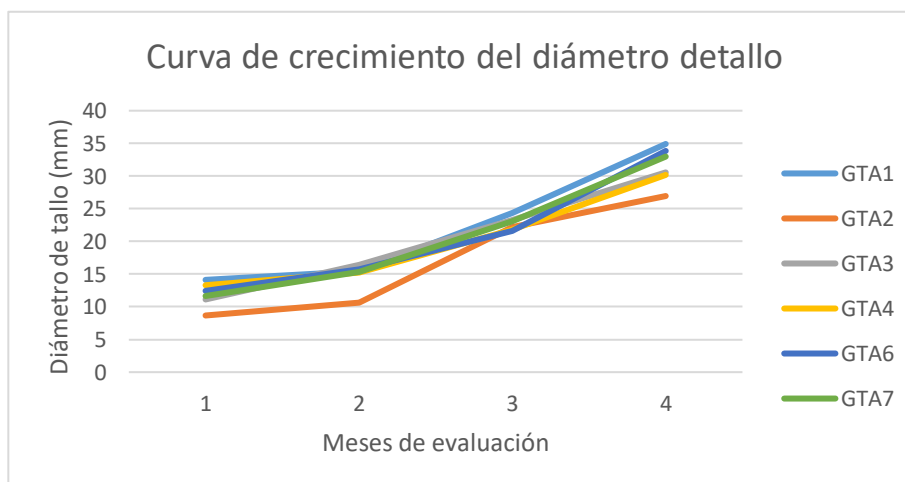


Figura 60. Curva de crecimiento del diámetro del tallo de tratamientos del ensayo A.

El ADEVA mostró diferencias estadísticas para tratamientos. La prueba de significación determinó 3 rangos (Tabla 41). Los tratamientos que destacaron fueron GTA1 y GTA6 con medias de 34,91 mm y 33,85 mm respectivamente en el primer rango, por otro lado, el tratamiento que se ubicó en el rango C fue el tratamiento GTA2 con una media de 26,95 mm. El tratamiento GTA6 que presenta promedios altos del diámetro, tiene baja incidencia de clorosis letal y escoba de bruja.

Tabla 41. Promedios y Prueba DMS al 5% para diámetro del tallo (mm) de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Medias
GTA1	34,91 A
GTA6	33,85 A
GTA7	32,98 AB
GTA3	30,56 B
GTA4	30,18 B
GTA2	26,95 C

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

El CV en este análisis fue de 4,37, lo que indica que los datos cumplen los requisitos de normalidad.

Incidencia de "Clorosis letal"

Las lecturas de las tres repeticiones de los tratamientos evaluados muestran un rango entre 0 y 66.67% de incidencia de clorosis letal y promedios que oscilan entre tratamientos de 16,67 y 44,44%. El tratamiento GTA3 presentó la mayor incidencia, mientras que el tratamiento GTA7 fue el que presentó menos síntomas de la enfermedad (Tabla 42).

Tabla 42. Promedios generales de la incidencia de "clorosis letal" (%) de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Incidencia de "clorosis letal" (%)			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA1	0,00	16,67	50,00	66,67	22,22
GTA2	16,67	50,00	16,67	83,34	27,78
GTA3	33,33	66,67	33,33	133,33	44,44
GTA4	16,67	50,00	50,00	116,67	38,89
GTA6	16,67	50,00	0,00	66,67	22,22
GTA7	16,67	33,33	0,00	50,00	16,67

Para el análisis estadístico los datos fueron transformados por el método del logaritmo para normalizar la curva (Tabla 43).

Tabla 43. Datos transformados variable "clorosis letal" Ensayo A.

Tratamiento	Incidencia de "clorosis letal"			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA1	1,22	1,70	0,00	2,92	0,97
GTA2	1,70	1,22	1,22	4,14	1,38
GTA3	1,82	1,52	1,52	4,86	1,62
GTA4	1,70	1,70	1,22	4,62	1,54
GTA6	1,70	0,00	1,22	2,92	0,97
GTA7	1,52	0,00	1,22	2,74	0,91

El análisis estadístico realizado mostró que hay diferencias significativas en esta variable para tratamientos, por lo que se realizó la prueba de significación, observándose dos rangos (Tabla 44), encontrándose los tratamientos GT3, GT4 y GT2 en el primer rango con mayor incidencia, mientras que GTA6, GTA1 y GTA7 presentan los promedios más bajos.

Tabla 44. Promedios y prueba DMS al 5% para incidencia de “clorosis letal” para tratamientos ensayo A.

Tratamiento	Medias	
GTA3	1,62	A
GTA4	1,54	A
GTA2	1,38	A
GTA6	0,97	B
GTA1	0,97	B
GTA7	0,91	B

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

Incidencia de “escoba de bruja”

El análisis de esta variable muestra promedios que van de un rango entre 11,11 y 38,89%. Donde se muestra los tratamientos con menor incidencia del problema fueron GTA2, GTA4 y GT6, mientras que los tratamientos con mayor incidencia del síntoma fueron los tratamientos GTA1 Y GTA7 (Tabla 45).

Tabla 45. Promedios generales de la incidencia de “escoba de brujas” (%) de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Incidencia de "escoba de bruja" (%)			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA1	83,33	16,67	16,67	116,67	38,89
GTA2	16,67	16,67	0,00	33,34	11,11
GTA3	33,33	33,33	0,00	66,66	22,22
GTA4	0,00	16,67	16,67	33,34	11,11
GTA6	50,00	0,00	0,00	50,00	16,67
GTA7	83,33	33,33	0,00	116,66	38,89

Para el análisis de esta variable se requirió transformar los datos por el método logarítmico (Tabla 46).

Tabla 46. Datos transformados de la variable “escoba de brujas” en el ensayo A

Tratamiento	Incidencia de "escoba de brujas"			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA1	1,22	1,22	1,92	4,36	1,45
GTA2	1,22	0,00	1,22	2,44	0,81
GTA3	1,52	0,00	1,52	3,04	1,01
GTA4	1,22	1,22	0,00	2,44	0,81
GTA6	0,00	0,00	1,70	1,70	0,57
GTA7	1,52	0,00	1,92	3,44	1,15



El ADEVA mostró que hubo diferencias estadísticas significativas para tratamientos, por lo que se realizó la prueba de significación, observándose dos rangos (Tabla 47), destacándose el tratamiento GT6 con la menor incidencia, mientras que GT1, GT7 y GT3 presentaron los promedios más altos.

Tabla 47. Promedios y prueba DMS al 5% para incidencia de “escoba de bruja” de los tratamientos del ensayo A.

Tratamiento	Medias
GTA1	1,45 A
GTA7	1,15 A
GTA3	1,01 A
GTA4	0,81 A B
GTA2	0,81 A B
GTA6	0,57 B

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

2. Ensayo B (Plantas injertas)

Altura de planta

Para el ensayo B, los tratamientos han mantenido un patrón de crecimiento similar en altura, observándose un crecimiento rápido entre el 1ero y 2do mes, para luego crecer más lento en el 3er mes y luego volver a incrementarse de manera importante en el 4to mes (Figura 61). En el primer mes se alcanzaron alturas entre 22 y 25 cm, mientras que en el cuarto mes entre 30 y 74 cm. El tratamiento GTA8 ha presentado un crecimiento mayor en los meses de evaluación, mientras que el tratamiento testigo T ha presentado un crecimiento pobre en comparación con los demás tratamientos (Tabla 48).

Los resultados obtenidos muestran un rango que oscila entre 29,61 y 73,71 cm, respecto a la variable altura en los tratamientos injertos. El tratamiento GTA8 presenta una media de 73,71 cm, mientras que el testigo alcanzó menor promedio con 29,61 cm como se puede observar en la Tabla 14. Respecto a la curva de crecimiento desde el establecimiento del ensayo, se ha mantenido en un crecimiento constante siguiendo un patrón similar. El testigo mantiene un aumento de altura menor comparado con los restantes tratamientos como se observa en la Figura 3.

Tabla 48. Promedios generales mensuales de la altura (cm) de los tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Altura de planta (cm) por mes			
	1er	2do	3ro	4to
GTA8	22,66	45,30	53,57	73,71
TAP4	24,65	45,63	50,31	63,54
TAP8	25,12	33,43	41,18	61,06
TAP14	28,16	43,83	51,48	69,03
Testigo	22,40	25,13	25,51	29,61

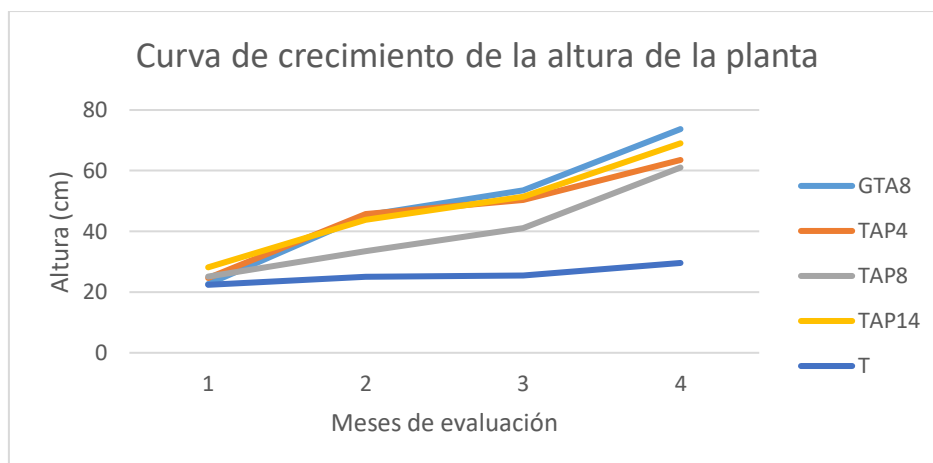


Figura 61. Curva de crecimiento de la altura de tratamientos del ensayo B.

El ADEVA mostró diferencias estadísticas para tratamientos, por lo que se realizó la prueba de significación en la que se presentaron dos rangos, donde se destacan los tratamientos GTA8 y TAP14 con medias de 73,71 y 69,03 cm respectivamente, por lo que se mantienen en el rango A. Por otro lado, el tratamiento testigo T que se encuentra en el último rango B, tiene una media de 29,61 cm (Tabla 49). En el análisis de esta variable se obtuvo un CV de 27,59% que deja ver una mayor variación de la altura entre los tratamientos.

Tabla 49. Promedios y prueba DMS al 5% para altura de planta (cm) de los tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Medias	
GTA8	73,71	A
TAP14	69,03	A
TAP4	63,54	A B
TAP8	61,05	A B
Testigo	29,61	B

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

Diámetro de tallo

La curva de crecimiento del diámetro tiene una tendencia similar entre los tratamientos estudiados (Figura 62), excepto el testigo comercial que desde la implementación del ensayo ha mantenido un crecimiento sumamente lento. Se observa un crecimiento lineal desde el primero al cuarto mes, incrementándose de manera importante el diámetro del tallo. En la última lectura el tratamiento T con presentó el promedio más bajo con 5,60 mm, por otro lado, el tratamiento GTA8 es el más destacado con 17,59 mm (Tabla 50).

Tabla 50. Promedios generales mensuales del diámetro (mm) de los tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Diámetro de plantas por cada mes (mm)			
	1er	2do	3ro	4to
GTA8	7,76	10,56	14,08	17,59
TAP4	5,56	8,82	12,55	16,23
TAP8	4,98	7,41	10,56	15,00
TAP14	6,65	8,59	12,25	17,19
Testigo	4,82	4,9	5,24	5,60

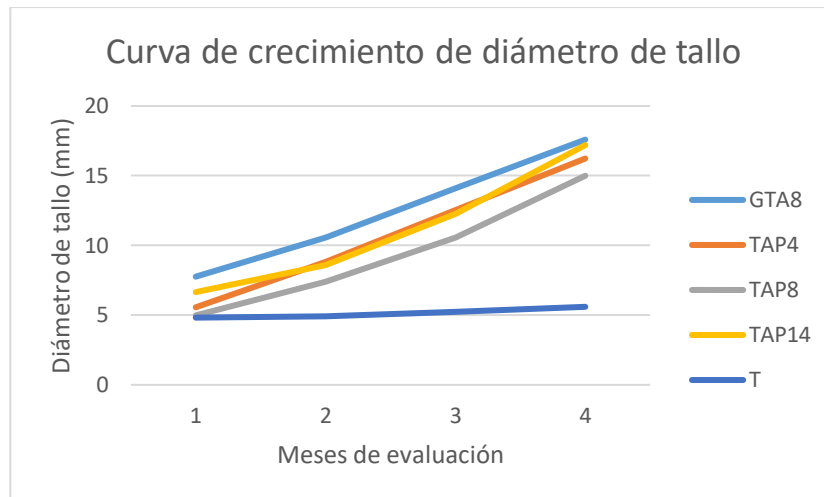


Figura 62. Curva de crecimiento del diámetro del tallo de tratamientos del ensayo B.

En el análisis estadístico si existió diferencias significativas para tratamientos y se realizó la prueba de significación de medias, donde se determinó dos rangos. En el primer rango se ubicaron todos los segregantes con promedios entre 15 y 17,59 mm, mientras que en el rango B, el testigo comercial presentó una media de 5,60 mm (Tabla 51). El CV del análisis fue de 22,29% que indica la variación entre tratamientos y dentro de los tratamientos.

Tabla 51. Promedios y prueba DMS al 5% para diámetro del tallo de los tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Medias	
GTA8	17,59	A
TAP14	17,20	A
TAP4	16,24	A
TAP8	15,00	A
Testigo	5,60	B

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

Incidencia Clorosis letal

Para este ensayo el intervalo de incidencia de "Clorosis letal" mantuvo promedios similares entre las medias totales, pues, van desde 22,22 % a 27,98 %, siendo el GTA8 el tratamiento con menor incidencia de clorosis letal, mientras que el tratamiento TAP14 fue el tratamiento con mayor incidencia del patógeno (Tabla 52).

Tabla 52. Promedios generales de la incidencia de "clorosis letal" (%) de los tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Incidencia de "clorosis letal" (%)			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA8	50,00	0,00	16,67	66,67	22,22
TAP4	0,00	50,00	22,22	72,22	24,07
TAP8	33,33	22,22	11,11	66,66	22,22
TAP14	44,44	33,33	11,11	88,88	29,63
Testigo	50,00	33,33	0,00	83,33	27,78

De igual manera se realizó transformación de datos, ya que por sí mismos no cumplían los supuestos de homogeneidad (Tabla 53).

Tabla 53. Datos transformados “clorosis letal” Ensayo B

Tratamiento	Incidencia de "clorosis letal"			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA8	1,70	0,00	1,22	2,92	0,97
TAP4	0,00	1,70	1,35	3,05	1,02
TAP8	1,52	1,35	1,35	4,22	1,41
TAP14	1,65	1,52	1,35	4,52	1,51
Testigo	1,70	1,52	0,00	3,22	1,07

En el ADEVA realizado se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, por lo que se realizó la prueba de significación, encontrándose dos rangos, donde el tratamiento GTA8 obtuvo la menor incidencia, mientras que TAP14 y TAP8 los promedios más altos de la clorosis letal (Tabla 54).

Tabla 54. Promedios y prueba DMS para incidencia “clorosis letal” en tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Medias	
TAP14	1,51	A
TAP8	1,41	A
Testigo	1,07	A B
TAP4	1,02	A B
GTA8	0,97	B

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

Incidencia de “escoba de bruja”

En el ensayo B se muestra que los promedios van de un intervalo de 33,33 a 7,41, destacando el segregante TAP8 y el testigo como los tratamientos con la menor incidencia de la enfermedad, por otro lado, el tratamiento con mayor incidencia de “escoba de bruja” corresponde al segregante TAP4 (Tabla 55).

Tabla 55. Promedios generales de incidencia de “escoba de brujas” de tratamientos del ensayo B.

Tratamiento	Incidencia de "escoba de bruja" (%)			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA8	16,67	50,00	0,00	66,67	22,22
TAP4	55,55	33,33	11,11	99,99	33,33
TAP8	16,67	11,11	0,00	27,78	9,26
TAP14	11,11	16,67	22,22	50,00	16,67
Testigo	0,00	22,22	0,00	22,22	7,41

Se realizó transformación de datos, ya que por sí mismos no cumplían los supuestos de homogeneidad (Tabla 56).



Tabla 56. Datos transformados de la variable “escoba de brujas” Ensayo B.

Tratamiento	Incidencia de "escoba de brujas"			Sumatorio	Promedio
	1	2	3		
GTA8	1,22	1,70	0,00	2,92	0,97
TAP4	1,74	1,52	1,04	4,30	1,43
TAP8	1,22	1,04	0,00	2,26	0,75
TAP14	1,04	1,22	1,35	3,61	1,20
Testigo	0,00	1,35	0,00	1,35	0,45

En el ADEVA realizado se encontró diferencias estadísticas para tratamientos, por lo que se realizó la prueba de significación, encontrándose tres rangos, donde el tratamiento T obtuvo la menor incidencia, mientras que TAP4 y TAP14 los promedios más altos de “escoba de bruja” (Tabla 23).

Tabla 57. Promedios y prueba DMS al 5% para incidencia de “clorosis letal” de tratamientos ensayo B.

Tratamiento	Medias	
TAP4	1,43	A
TAP14	1,20	A B
GTA8	0,97	A B
TAP8	0,75	B
Testigo	0,45	C

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

Conclusiones:

El ensayo se encuentra instalado hace 5 meses, por lo que la información aún es parcial. Sin embargo, en los dos ensayos se muestran diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables de crecimiento e incidencia de enfermedades, principalmente relacionada a la presencia de punta morada (complejo insecto-bacteria) causante de una enfermedad emergente en tomate de árbol en las zonas productoras de esta fruta.

Es importante continuar con la investigación con el fin de encontrar segregantes que muestren resistencia a antracnosis y punta morada y presenten rendimientos altos y fruta de calidad con el fin de tener materiales seleccionados para ensayos regionales y la generación de nuevas variedades.

Referencias:

Acosta, P.; Vilanova, S.; Martínez, J.; Prohens, J. 2012. Genetic diversity and relationships in accessions from different cultivar groups and origins in the tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Euphytica*. 187 (1): 87-97

Albornoz, G. 1992. El Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) en el Ecuador. Quito, EC. FUNDAGRO. 130 p.

Albornoz, G. (2012). *El tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sendt) en el Ecuador*. EC. FUNDAGRO.

Alhudaib, K., Razq, A. (2011). First report of witches’ broom disease of tomato associated with

- phytoplasmas in Saudi Arabia. *Bull. Insectology* 64, 237–238.
- Bohs, L. (1989). *Ethnobotany of the genus Cyphomandra (Solanaceae)*. Economic Botany. New York Botanical Garden. 43(2): 143-144.
- Caicedo, J., Lalangui, K., Pozo, A., Cevallos, P., Arahana, V., Méndez, K. (2017). Multilocus molecular identification and phylogenetic analysis of *Colletotrichum tamarilloi* as the causal agent of Tamarillo (*Solanum betaceum*) anthracnose in the Ecuadorian highlands. *European Journal of Plant Pathology*: 1-14.
- Carrillo-Perdomo, E., Aller, A., Cruz-Quintana, S., Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. (2015). Andean berries from Ecuador: a review on botany, agronomy, chemistry and health potential. *J. Berry Res.* 5(2): 49-69.
- Coloma, C. (2010). Evaluación y selección de genotipos promisorios de tomate de árbol con resistencia a antracnosis y calidad de fruta, injertados en dos patrones de solanáceas.
- Crisón, M. (2017). Identificación molecular del fitoplasma causante de la punta morada de la papa y ensayos de resistencia sistémica adquirida. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. 79 p.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019). Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador.
- León, J.; Viteri, P.; Cevallos, G. (2004). Manual del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Quito, EC. INIAP. 51 p.
- Morón, C. (2000). Manual sobre Utilización de los Cultivos Andinos Subexplotados en la Alimentación (FAO). Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro12/reconoc.htm>.
- Perachimba, A. (2018). Evaluación de población segregante de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) con tolerancia/resistencia a *Colletotrichum tamarilloi*. Tesis Ing. Agr. Quito, EC, Universidad Central del Ecuador.
- Procel, A. L. P. (2009). *evaluación de tres fuentes y tres dosis de nitrógeno, en el crecimiento y desarrollo del tomate de árbol (Solanum betaceum Cav)*. 141.
- Proaño, D. (2008). Caracterización y selección de segregantes de cruzamientos ínter específicos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.), con resistencia a antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*), y atributos agronómicos deseables evaluados en las provincias de Pichincha y Tungurahua. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Rao, A., Goel, S., Kumar, M., Gopala, Rao, G.P. (2017). First report of occurrence of Candidatus Phytoplasma trifolii-related strain causing witches' broom disease of chilli in India. *Australas. Plant Dis. Notes* 12, 10–13. doi:10.1007/s13314-017-0251-8
- Saldarriaga-Cardona, A., Castaño-Zapata, J. y Arango-Isaza, R. (2008). Caracterización del agente causante de la antracnosis en tomate de árbol, manzano y mora. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 32(123): 145-156.
- SIPA-SIGAP. (2016). Sistema de información del MAGAP. Quito-Ecuador. http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/otros_productos.

Viera, W., Sotomayor, A., Tamba, V., Vásquez, A., Martínez, A., Viteri, P. y Ron, L. (2016). Estimación de parámetros de calidad del fruto para segregantes interespecíficos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) en respuesta de resistencia a la Atracnosis (*Collectotrichum acutatum* J.H. Simmonds). 65 (3), 304-311.

Viera, W., Viteri, P., Martínez, A., Castillo, C., Peñaherrera, D. (2021). Guía para el conocimiento de la punta morada del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Boletín divulgativo No 449. INIAP: Quito, Ecuador. 23 p.

Anexos:

Anexo 4. Manejo del ensayo segregantes tomate de árbol.



Figura 63. Implementación de trampas amarillas pegantes para control *B. cockerelli*.
Fuente: M. Salazar.



Figura 64. Manejo del riego y control de malezas.
Fuente: M. Salazar

Actividad 5. Evaluación del comportamiento de dos variedades de arándano en el valle de Tumbaco.

Responsable: Pablo Viteri

Colaboradores: Milton Hinojosa, Lizeth Simbaña.

Antecedentes:

La tendencia del mercado agrícola actual se proyecta a nuevos productos que brinden mayores posibilidades de consumo y comercialización alrededor del mundo. Es por esta razón que nuevos rubros como los berries (fresa, mora, frambuesa y arándanos) presentan altas perspectivas de crecimiento en el mercado internacional, debido a sus características nutraceuticas (alta cantidad de antioxidantes) y diversidad de usos (fruta fresca, productos secos, extractos, alimentos procesados, jugos, bebidas, aceites e ingredientes para productos altamente especializados) que los hacen de interés para los consumidores, productores y empresarios (Romero, 2016; Pannunzio et al., 2011).

Dentro de los berries, el arándano, es una fruta que en los últimos años ha tenido un crecimiento sostenido en superficie y rendimiento en el mundo, que destaca por sus cualidades hipocalóricas, antioxidantes, nutritivas y medicinales (Romero, 2016) siendo en el Ecuador una nueva alternativa interesante de producción especialmente para la sierra ecuatoriana.

Los arándanos pertenecen a un grupo de especies de plantas nativas del hemisferio norte. Pertenecen al género *Vaccinium*, de la familia Ericaceae. El tipo de arándano más cultivado comercialmente es el arbustivo alto o grande, cuyo nombre científico es *Vaccinium corymbosum* y dentro de cual se encuentran muchas variedades comerciales. (Undurraga y Vargas, 2013).

Las variedades de arándano alto están separadas en “northern” y “southern” dependiendo sus requerimientos de horas frío y su resistencia al invierno. Las variedades “northern” requieren temperaturas bajas en el invierno para poder brotar, ya que necesitan acumular sobre las 500 horas frío. Las variedades “southern highbush” no toleran temperaturas de invierno tan bajas y requieren hasta 550 horas frío (Hancock, 2012).

Variedades de bajo requerimiento de frío o Southern Highbush Blueberry han sido desarrolladas a partir de hibridación interespecífica entre arándano alto o highbush (*V. corymbosum*) y dos especies nativas del sudeste de Norteamérica: un arándano siempre verde (*V. darrowii*) y el arándano ojo de conejo o rabbit-eye (*V. ashei*). Estas variedades híbridas requieren entre 200 y 600 horas bajo 7 °C, lo que ha permitido cultivar arándanos en zonas más cálidas como Florida, estados del Golfo de México, y zonas interiores y costeras de California, Chile, Perú y Colombia (Romero, 2016; Undurraga y Vargas, 2013).

Las variedades de mayor cultivo en Ecuador son:

Emerald: tiene bajos requerimientos de frío, estimado en 250 horas. La fruta es muy grande, firme, azul claro con excelente sabor y una pequeña cicatriz. La planta es vigorosa, de hábito abierto y muy productiva. Buena adaptación a suelos pesados o de mal drenaje, por lo tanto, presenta resistencia a *Phytophthora* y enfermedades de la madera. Esta variedad permite intervalos de cosecha cada 4 o 5 días sin problemas de firmeza en la fruta; sin embargo, presenta una floración larga, por lo que la cosecha es más escalonada, requiriendo un mayor número de



pasadas, madura su fruto 60 días después de la floración. Emerald necesita polinización cruzada con otra variedad con necesidades de frío similar. Las buenas opciones de polinizantes pueden ser O'Neal y Star (Undurraga y Vargas, 2013).

Biloxi: fue desarrollada y lanzada por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de EE. UU en programas de mejoramiento en Beltsville, MD, y Poplarville MS (Spiers, Stringer, Draper and Gupton, 2002). Requiere un mínimo de 400 horas de frío (Retamales y Hancock, 2011). Es de producción temprana, madura justo detrás de O'Neal y Star. Florece muy temprano, pero la maduración de la fruta precede a los cultivares de maduración más tempranos en unos 14 a 21 días. Tiene fruta de mediano tamaño (11 mm aproximadamente), de color azul claro, muy firme y de excelente sabor. La planta es de hábito erecto, muy vigorosa y productiva. Se debe plantar con otros cultivares para facilitar la polinización (Morales, 2017. Undurraga y Vargas, 2013; Fall Creek Farm & Nursery, 2011;).

La producción de arándano en Ecuador se realiza actualmente en sustrato por la variabilidad de suelos existentes, ya que el arándano requiere suelos sueltos, pH ácidos entre 4.4 a 5.5, pero existen buenos resultados también con pH entre 5.8 y 6.0 y con buen contenido de materia orgánica (10 a 20%). El manejo del pH del suelo es especialmente crítico en los 2 primeros años de implementación, debido a que al ser el pH alto las plantas jóvenes pueden mostrar un bajo vigor y en la nueva brotación presentar clorosis, con pH menores a 4.8, aparece la toxicidad por manganeso y aluminio. En los dos casos las plantas no presentan un buen desarrollo (Undurraga y Vargas, 2013; Gordo, 2011).

Objetivo:

Evaluar el comportamiento agronómico, adaptación y distinguibilidad de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosus*) en Tumbaco-Pichincha.

Metodología:

Protocolo validación frutales aprobado 03-06-2020-Contrato Empresa PICALER

El cultivo de arándano se estableció en la provincia de Pichincha, cantón Quito, en la Granja Experimental de Tumbaco bajo invernadero, altitud de 2348 msnm, latitud 0° 12' 59" S y longitud 78° 24' 40" O. El sitio cuenta con las siguientes condiciones climáticas 800 mm de precipitación anual, 17° C de temperatura media anual, 75% de humedad relativa promedio y se encuentra a la zona climática BsMb (IGM, 2018).

Las plantas se encuentran distanciadas a 0,3 m entre plantas, con una distancia entre hilera de 0,70 m y una distancia entre caminos de 0,50 m, ocupando el área por parcela de 0,125 m². La variedad Emerald se trasplantó con una edad de 4 meses, mientras la Biloxi con una edad de 5 meses en el invernadero. La unidad experimental se encuentra constituida por una planta con 15 observaciones que cubren un área de 1,875 m² por tratamiento y un área total de 3,75 m² del experimento.

Se evaluaron dos variedades de arándano T1 Emerald y T2 Biloxi con 15 observaciones por tratamiento, con un total de 30 observaciones en el experimento.

Para la realización del ensayo se empleó un diseño completamente al azar con 15 observaciones (Tabla 58). Se calculó el coeficiente de variación, y cuando existieron diferencias estadísticas se realizó una prueba de DMS al 5% para determinar diferencias entre medidas de las variedades en evaluación. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT.

Tabla 58. ADEVA para evaluar el comportamiento agronómico en las dos variedades de arándano.

F.V.	G.L.
Total	29
Tratamientos	1
Error Experimental	28

La fertilización se realizó con base a la solución nutritiva indicada por la empresa PICALER que consiste en nitratos, sulfatos y fosfatos, el riego se realizó empleando un sistema de goteo con cuatro espaguetis por planta. La fertilización foliar se ejecutó mediante una bomba de 20 litros con productos complementarios como zinc, vitaminas, ácidos, nitrógeno, potasio y fósforo.

Para el control de plagas se realizaron aplicaciones preventivas a base de clorotalonil 0.25% y azufre 0.2% para prevenir enfermedades foliares con productos comerciales como amistar top, permetox, dacapo y manific. En caso de la presencia de ácaros, se aplicaron productos específicos como el insecticida ever green y newmectin para mantener poblaciones bajas durante el ciclo del cultivo.

La poda de mantenimiento y formación se implementó para eliminar ramas delgadas y rastreras para incentivar nuevos brotes erectos y gruesos.

Durante este periodo se realizó el siguiente manejo del experimento:

- Trasplante de plantas al invernadero en fundas plásticas de 35 L en sustrato mixto de cascarilla y turba- 23/02/2021.
- Riego frecuente de las plantas inicialmente por 5 semanas, en una cantidad de un litro por planta, tomando en cuenta la humedad del sustrato, se tomó la medida de suspender el riego si era requerido.
- Durante las 5 semanas, se realizó la nutrición y enraizamiento vía drench aplicando 200 ml por planta durante tres aplicaciones.
- A partir de la 6 semana se procedió inicial a realizar fertilizaciones diarias aplicando los siguientes productos: nitrato de calcio, nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de amonio y ácido fosfórico, proporcionando una cantidad de 0,2 L por planta, posterior se realizó la fertilización con los siguientes compuestos : nitrato de amonio, nitrato de calcio, nitrato de potasio, sulfato de magnesio y fosfato de mono potásico, mediante un cantidad de 0,144 L por planta. Las fertilizaciones se realizaron mediante el sistema de fertirriego programado.
- En cuanto a la fertilización foliar, se aplicó cada 7 días productos basados en fertilizantes completos, bioestimulantes, protohormonas, vitaminas, ácidos y macro y

micronutrientes, mediante los siguientes productos comerciales: marchfol, bioplus, stimplax, disper zn y disper root wsg.

- El control fitosanitario se realizó al detectar mediante monitoreo del cultivo, la presencia de insectos, enfermedades y hongos, aplicando insecticidas, fungicidas, acaricidas con productos tales como: avamectina, evergreen,imidacloprid, neomectin, amistar plus, las aplicaciones durante estos tres meses fueron cuatro.
- El control de arvenses se realizó mediante la deshierba manual en el área de las fundas, cada mes o al visualizar la presencia de malezas en las fundas.
- La poda se realizó en el tercer mes para eliminar ramas delgadas y rastreras para incentivar nuevos brotes erectos y gruesos, y el desarrollo óptimo de los tallos erectos, semirectos.
- Al cabo del cuarto mes se realizó un cambio de plantas debido a que los tallos marcados inicialmente fueron eliminados ya que tuvieron un crecimiento no apto llegando a ser rastreras.
- Tutorio de las dos variedades para una formación de tallos semi erectos y con buen desarrollo para formar una buena estructura vegetal.
- Se retiró la malla sarán del invernadero debido a que no existía la presencia de luz uniforme en todo el invernadero.
- Se utilizó diferentes formulaciones de fertilización según el estado en el que se encontraban las plantas.
- A finales de noviembre se comenzó a recolectar los frutos, iniciando la etapa de cosecha de los frutos.

Variables y métodos de evaluación:

Hábito de crecimiento: se observó de forma visual el hábito de crecimiento de las dos variedades de arándano completamente desarrolladas, mediante la siguiente escala.

1. Erecta: tallos y ramas basales rectos formando un ángulo recto con el suelo.
2. Semi-erecta: tallos y ramas basales bastantes cerrados con el tallo y/o rama principal, con un ángulo mayor a 45° con el suelo.
3. Semi- rastrera: tallos y ramas basales de manera horizontal formando un ángulo menor a 45° con el suelo, sin contacto con el mismo.
4. Rastrera: tallos y ramas basales horizontalmente en contacto con el suelo.

Altura de planta (cm): Se determinó la altura de la planta mediante el uso de un metro, desde el cuello de la raíz al punto apical más alto. Las lecturas se realizaron cada mes. Se presentan las alturas finales.

Color del tallo: se determinó el color mediante la siguiente escala de colores de la Real Sociedad de Horticultura:

1. Verde medio - 143A
2. Verde medio -143B
3. Verde medio -143C

4. Verde medio-144A

5. Verde claro-144B

Diámetro de tallo (mm): Se realizó la toma de datos en la rama señalada a 5 cm del cuello de la raíz, mediante un calibre digital, cada mes. Se presentan los diámetros finales al cabo de un periodo de 3 meses.

Forma de hoja: se realizó la observación a las hojas cercanas al ápice del tallo una vez cuando la hoja este totalmente desarrollada, siendo antes de la etapa de floración. La observación será de forma visual mediante el siguiente esquema.

1. Lanceolada
2. Oblonga
3. Elíptica
4. Ovada (oval)
5. Lanceolada-oval

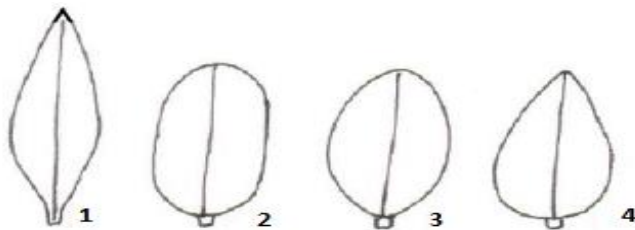


Figura 66. Tipo de hojas por su forma. Fuente: Flores, 2019.

Borde de la hoja: se evaluó de forma visual las hojas provenientes del ápice del tallo, completamente maduras mediante la siguiente escala.

1. Liso
2. Dentado
3. Aserrado
4. Serrulado

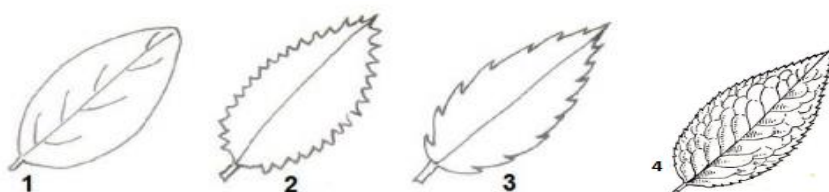


Figura 67. Tipos de borde de hojas. Fuente: Flores, 2019.

Largo de la hoja (cm): se midió mediante una regla desde la base hasta el ápice de la hoja, tomando las 5 primeras hojas de la parte superior del tallo.

Ancho de la hoja (cm): se midió mediante una regla la parte media de la hoja, tomando las 5 primeras hojas de la parte superior del tallo.

Forma de corola:

Se caracterizará las flores totalmente abiertas mediante el esquema realizado.

1. Rotácea
2. Tubulosa
3. Urceolada
4. Urceolada-tubular

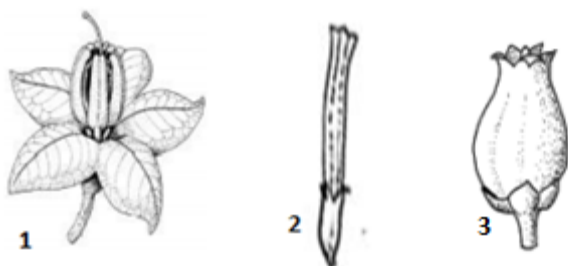


Figura 68: Tipos de corolas. Fuente: Flores, 2019.

Inflorescencia: número de flores por racimo: se realizó el conteo del número de flores por rama.

Diámetro de la flor: se midió mediante una regla las flores completamente abiertas de las dos variedades de arándano.

Largo de la flor: se realizó con el uso de una regla, la medición abarco desde la base de la flor hasta el ápice de esta.

Largo del pedúnculo de la flor: se realizó con el uso de una regla desde la base de la rama hasta la base de la flor.

Diámetro del fruto (mm)

Se realizó a la cosecha en frutos con madurez de consumo en la parte ecuatorial, utilizando calibrador digital.

Longitud del fruto (mm)

Se realizó a la cosecha en frutos con madurez de consumo, utilizando calibrador digital.

Diámetro de la cavidad calicinal (mm)

Las mediciones se realizaron mediante un calibrador digital, tomando los extremos de la cavidad de cada fruto.

Profundidad de la cavidad calicinal (mm)

Las mediciones se realizaron mediante una regla, desde el borde de la cavidad hasta el borde del fruto.

Firmeza del fruto

Se midió a la cosecha, se empleó un penetrómetro digital con una punta roma de 4 mm.

Dulzor del fruto (°Brix)

Se midió en la cosecha en frutos con madurez de consumo, utilizando un refractómetro.

Peso del fruto (g)

Se obtuvo el peso promedio del fruto, utilizando una balanza digital.

Resultados y discusión:

Altura de plantas (cm)

Se realizó el análisis estadístico encontrándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 10,50%, los promedios iniciales obtenidos fueron Emerald 33,60 cm y Biloxi 52,47 cm (Tabla 59, figura 69), siendo de mayor altura la variedad Biloxi, cabe mencionar que las plantas Biloxi fue trasplantadas con 5 meses de edad. En cuanto a los promedios de las variedades al cabo de seis meses fue de Biloxi 66,63 cm y Emerald 65 cm, por lo que no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos (Tabla 60).

Tabla 59. Promedios y Prueba DMS al 5% para Altura inicial de la planta (cm) al momento del trasplante.

Variedad	Media
Emerald	33,60 B
Biloxi	52,47 A

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

Tabla 60. Promedios y Prueba DMS al 5% para Altura de planta (cm) de los tratamientos de evaluación del cultivo de arándano al cabo de seis meses.

Variedad	Media
Emerald	65,00 A
Biloxi	66,63 A

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

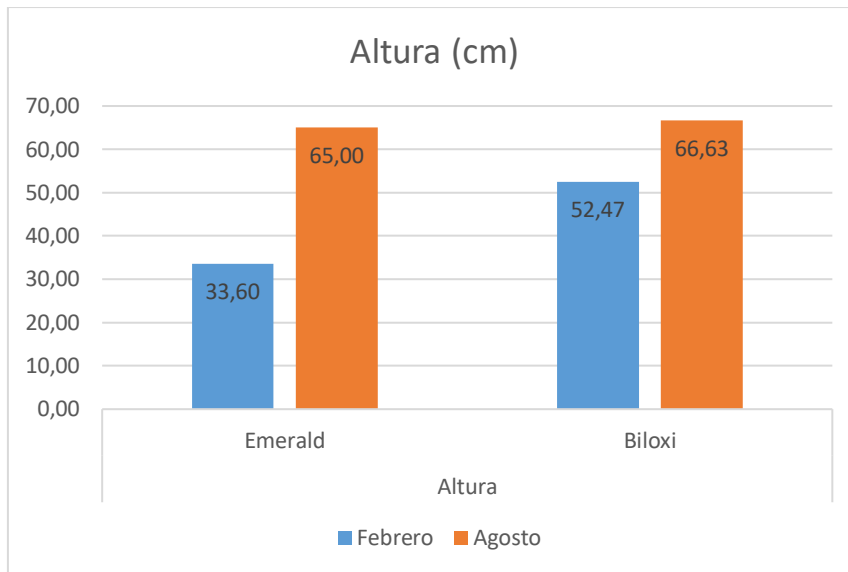


Figura 69: Altura de la planta (cm) durante al momento del trasplante y al cabo de seis meses

Los datos obtenidos concuerdan con los resultados de la investigación de Hummer, Zee, Strauss, Keith y Nishijima (2007) en la que se evaluó diferentes variedades dentro de las cuales se encuentra Biloxi y Emerald que presentan en el primer año una altura menor a 70 cm con una diferencia de 18 cm entre la altura de las dos variedades. Mientras Mesa (2015) menciona que Biloxi en el primer año la altura fue de 86 cm, los datos registrados dentro del ensayo están dentro de las medidas indicadas. Además de mencionar que la altura tomada fue en el comienzo de floración por lo que se detiene el crecimiento apical para dar el comienzo a la etapa de floración.

Diámetro de del tallo (mm)

Se realizó el análisis estadístico encontrándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos al inicio del trasplante, como se observa en la Tabla 61, destacándose Biloxi con 3,23 mm, su coeficiente de variación fue de 15,55%. Mientras que, a los seis meses, el promedio del diámetro de tallos fue para Emerald 5,88 mm y Biloxi 6,05mm, sin presentar diferencias estadísticas (Tabla 62, Figura 70).

Tabla 61: Promedios y Prueba DMS al 5% para diámetro inicial del tallo (mm) al momento del trasplante.

Variedad	Media
Emerald	2,57 B
Biloxi	3,23 A

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

Tabla 62. Promedios y Prueba DMS al 5% para diámetro de tallo (mm) de los tratamientos de evaluación del cultivo de arándano al cabo de seis meses.

Variedad	Media
Emerald	5,88 A
Biloxi	6,05 A

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

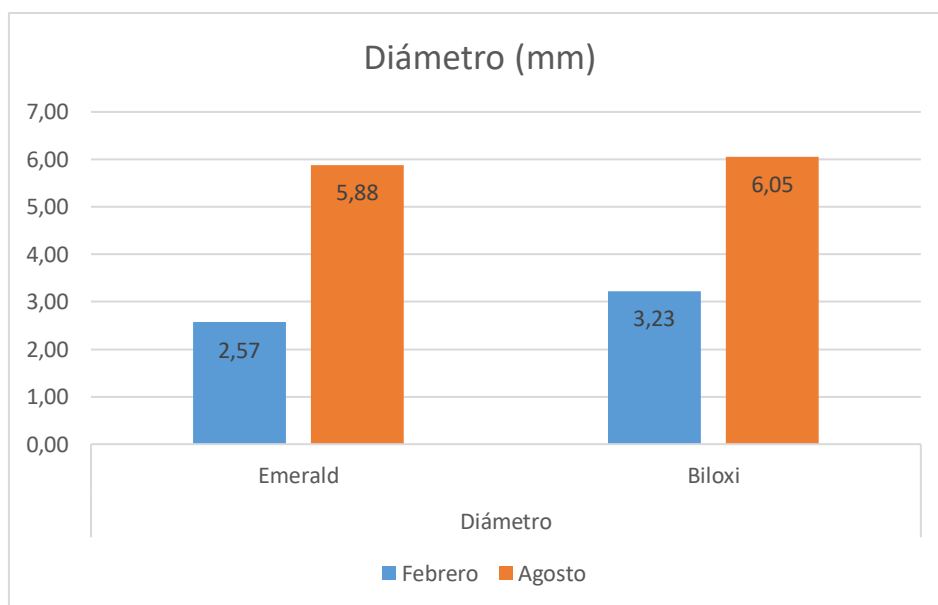


Figura 70. Diámetro del tallo durante seis meses.

El diámetro al cabo de seis meses en Biloxi fue de 6,05 mm y al inicio del trasplante 3,23 mm, por lo que aumento 2,82 mm. Según Caballero (2015) Biloxi durante 23 semanas aumentó 0,3 mm, siendo menor a la registrada en el ensayo. La temperatura influye en el vigor de los tallos, a temperatura entre 35°C- 40°C existe mayor grosor a comparación de una temperatura mayor a 40°C (Vega, 2019).

Hábito de crecimiento

El hábito de crecimiento de la variedad Emerald complementa desarrollada, se caracterizó por ser semi erecta con un 80% y semi rastrera 20%, mientras el hábito de crecimiento de la variedad Biloxi fue de 100% erecta (Tabla 63), los datos concuerdan con bibliografía que menciona que el arándano es un arbusto erecto hasta rastrero dependiendo de la variedad, la variedad Emerald es un arbusto de hábito de crecimiento abierto, es decir semi erecta (Figura 71), mientras Biloxi se describe como una planta de hábito erecto (Figura 72) (González y Morales, 2017).

Tabla 63. Hábito de crecimiento de dos variedades de arándano al cabo de seis meses.

Hábito crecimiento				
Variedad	Erecta	Semi erecta	Semi rastrera	Rastrera
Emerald	-	80%	20%	-
Biloxi	100%	-	-	-



Figura 71: Hábito crecimiento erecto-Biloxi, Fuente: L. Simbaña.



Figura 72: Hábito crecimiento semi rastrera- Emerald. Fuente: L. Simbaña.

Descriptores del tallo

Color del tallo

El color del tallo en estado de producción para la variedad Emerald fue verde medio 143C con 60%, verde medio 143B con 10% y 144B con 30%. La variedad Biloxi se caracteriza por tener un tallo de color verde medio 143B con 50%, 143 A con 40% y 143 C con 10% (Tabla 64), por lo que Emerald se caracteriza por tener un tallo verde medio con tonalidad amarillenta más claro que Biloxi que posee un tallo verde medio con tonalidad más oscuro. Según Casierra, Ávila y Riascos (2012) el contenido de clorofila nos permite identificar el estado fisiológico de las plantas y este puede cambiar debido a estrés, por lo que el color del tallo dependerá del estado y al registrar los datos en plantas totalmente desarrolladas.

Tabla 64. Color principal del tallo de dos variedades de arándano.

Color del tallo					
Variedad	143A	143B	143C	144A	144B
Emerald	-	10%	60%	-	30%
Biloxi	40%	50%	10%	-	-

Descriptores de la hoja

Forma de la hoja

Se identificó la forma de la hoja de forma visual, siendo la más representativa en Emerald 67% lanceolada-oval y Biloxi 77% Ovada (Tabla 65, Figuras 73 y 74). El arándano presenta arbusto con hojas simples de forma ovada a lanceolada (Ormazábal, Mena, Cantillana y Lobos, 2020), que concuerda con los datos registrados.

Tabla 65. Forma de la hoja de dos variedades de arándano

Formas de la hoja					
Variedad	Lanceolada	Oblonga	Elíptica	Ovada	Lanceolada-oval
Emerald	-	-	-	33%	67%
Biloxi	-	-	-	77%	23%



Figura 73. Hoja de la variedad Emerald. Fuente: L. Simbaña.



Figura 74. Hoja de variedad Biloxi. Fuente: L. Simbaña.

Borde de la hoja

De manera visual se obtuvo que el borde de las hojas tanto de la variedad Emerald como Biloxi se caracterizan por tener un borde serrulado con 87% y 97% correspondientemente (Tabla 66). Según Indap (sf) el arándano se caracteriza por tener hojas con bordes rasposos o de borde entera, menciona que al alcanzar su plena maduración las hojas con bordes dentados suelen desaparecer, es decir cada diente suele recolectarse, dando un borde liso.

Tabla 66. Caracterización del borde las hojas de dos variedades de arándano

Borde de la hoja				
Variedad	Liso	Dentado	Aserrado	Serrulado
Emerald	13%	-	-	87%
Biloxi	3%	-	-	97%

Largo de hoja (cm)

Se realizó el análisis estadístico encontrándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 6,69%. Los promedios obtenidos fueron Emerald 7,75 cm y Biloxi 6,73 cm (Tabla 67). El arándano alto posee hojas de largo de 5-7 cm, que corresponde con los datos obtenidos de las dos variedades (Indap, sf).

Tabla 67. Promedio y prueba DMS al 5% para largo de la hoja (cm) de dos variedades de arándano

Variedad	Media
Emerald	7,75 A
Biloxi	6,73 B

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



Ancho de hoja (cm)

De acuerdo con el análisis estadístico se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 8,72%. Los promedios obtenidos fueron Emerald 4,51 cm y Biloxi 4,06 cm (Tabla 68). El ancho para Biloxi fue de entre 1,4 a 5,2 cm según el estudio realizado por Cabezas y Peña (2012) encontrándose los promedios de este ensayo dentro del parámetro mencionado.

Tabla 68. Promedios y Prueba DMS al 5% para ancho de la hoja (cm) de dos variedades de arándano.

Variedad	Media
Emerald	4,51 A
Biloxi	4,06 B

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

Descriptores de la flor

Forma de la corola

Se realizó de manera visual y se analizó los datos, obteniendo la caracterización de la flor para la variedad Emerald 100% tubular-urceolada, mientras para la variedad Biloxi 100% urceolada (Tabla 69). El Arándano presenta flores invertidas compuestas por pétalos fusionados, con ocho a diez estambres en la base de la corola (Muñoz, 2005). Se puede visualizar su forma general en las figuras 75 y 76, de flores invertidas en forma campanada, sin embargo, la variedad Biloxi tiene una forma más tubular con respecto a Emerald con una forma urceolada, con un mayor ancho, dando una forma redonda.

Tabla 69. Forma de la corola de la flor de dos variedades de arándano

Forma de corola				
Variedad	Rotácea	Tubulosa	Urceolada	Tubular urceolada
Emerald	-	-		100%
Biloxi	-	-	100%	



Figura 75. Forma de corola urceolada Biloxi. Fuente: L. Simbaña.



Figura 76. Forma de corola tubular urceolada Emerald. Fuente: L. Simbaña.

Inflorescencia: número de flores por racimo

Se realizó el análisis estadístico encontrándose que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 28%. Los datos obtenidos fueron para Emerald 5,27 y Biloxi 8,40 flores por racimo (Tabla 70). Las flores por racimo pueden ser de 6 a 10 por racimo, el desarrollo de las yemas de flor se ve relacionado con el grosor de la rama como reguladores de crecimiento (García y García, sf). Porque si la rama tiene un vigor pequeño el número de flores serán menores, por ende, se tendrá un menor rendimiento.

Tabla 70. Promedios y Prueba DMS al 5% para número de flores por racimo.

Variedad	Media
Emerald	5,27 B
Biloxi	8,40 A

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

Diámetro de flor (cm)

Según el análisis estadístico se observó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 13,11%. Los promedios obtenidos fueron para Biloxi 0,98 cm y Emerald 0,85 cm (Tabla 71). Como se puede observar en las figuras 75 y 76, la de mayor diámetro ecuatorial es Biloxi en comparación con Emerald que concuerda con la forma registrada en los datos de la tabla 71.

Tabla 71. Promedios y Prueba DMS al 5% para diámetro flores (cm).

Variedad	Media
Emerald	0,85 B
Biloxi	0,98 A

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

Largo de la flor (cm)

Se realizó un análisis estadístico en el programa Infostat encontrándose que, si existen diferencias significativas entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue de 10,51%. Los promedios obtenidos se presentan en la Tabla 72. Emerald tiene un mayor largo de corola que con cuerda con la forma identificada en la Tabla 69, mientras Biloxi tiene menor largo ya que tiene una forma globosa.

Tabla 72. Promedios y Prueba DMS al 5% para largo de la flor (cm)

Variedad	Media
Emerald	1,22 A
Biloxi	1,11 B

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

Descriptorios del fruto

En la tabla 73, se encuentran las variables evaluadas para la descripción del fruto:

Tabla 73. Promedios y Prueba DMS al 5% para descriptorios del fruto

Descriptor	Variedad	
Diámetro del fruto (mm)	Emerald	16,86 A
	Biloxi	14,83 B
Longitud del fruto (mm)	Emerald	12,49 A
	Biloxi	11,77 A



Diámetro de cavidad (mm)	Emerald	9,91 A
	Biloxi	8,32 A
Profundida de cavidad (mm)	Emerald	1,79 A
	Biloxi	1,13 B
Firmeza fruto (N)	Emerald	1,15 A
	Biloxi	1,02 A
°Brix	Emerald	14,3
	Biloxi	12,9
pH	Emerald	3,8
	Biloxi	3,3
Peso fresco (g)	Emerald	2,24 A
	Biloxi	1,33 B

El diámetro ecuatorial de Emerald y Biloxi fue de 16,86 y 14,83 mm, siendo significativamente diferentes. De acuerdo con la investigación de Morales et al. (2015) el diámetro ecuatorial de Biloxi fue de 13,04 mm, el cual difieren por 1,79 mm. Mientras en la investigación de Mesa (2015) el calibre de Biloxi fue de entre 1,3 y 1,7 cm, que concuerdan con los datos registrados en el ensayo. En cuanto al estudio de Hummer et al. (2007) menciona que para la variedad Emerald el calibre es de 1,64 cm y Biloxi 1,44 cm, siendo similares a los obtenidos en los resultados.

La firmeza en Emerald fue de 1,15 N y Biloxi de 1,02 N, lo que no es significativamente diferentes. La investigación realizada por Bello et al. (2012), refleja firmeza en Emerald de 3,7 N. Mesa (2015) muestra una firmeza de 1,8 N en Biloxi. Los datos registrados son menores a los de otras investigaciones, esto puede ser por el estado de madurez de la fruta, a mayor estado de madurez menor es la firmeza del fruto.

Los sólidos solubles registrados fueron 14,3% Emerald y 12,9% Biloxi, que según el estudio de Pinedo (2018) Emerald presenta 13,27% y Biloxi 14,67, siendo mayor Biloxi, sin embargo, en los datos obtenidos se muestran un caso contrario siendo Emerald con mayor contenido de sólido solubles. Mientras en el estudio de Hummer et al. (2007) se obtuvo en Emerald 13,71 °Brix y Biloxi 12,27 °Brix, siendo mayor la variedad Emerald y con cuerda con los resultados obtenidos en el ensayo. García y García (2001) afirman que entre más maduro sea la fruta mayor es el contenido de sólidos solubles.

El pH de las variedades Emerald y Biloxi fue de 3,8 y 3,3 respectivamente. Según la investigación de Pinedo (2018) la variedad Emerald tiene un mayor pH a comparación de Biloxi, siendo de 3,11 y 2,8, el pH se ve afecta por el grado de madurez.

El peso registrado para la variedad Emerald fue de 2,24 g y para Biloxi 1,33 g, los cuales son significativamente diferentes. Según Morales et al. (2015) y Pinedo (2018) el peso en Biloxi es de 2,053 g y 2,16 g, en cuanto a Emerald el peso fue de 2,46 g. Sin embargo, en la investigación de Hummer et al. (2007) la variedad Biloxi presentó un peso promedio de 1,51 g y Emerald 1,99 g, lo que se acerca más a los resultados obtenidos en la investigación.

Fenología floral y reproductiva

En la tabla 74, se encuentran las variables evaluadas para la descripción de la fenología floral y del fruto:

Tabla 74. Días de estado floral y reproductiva

Estado floral	Biloxi	Emerald
Trasplante a yema floral	132	141
yema floral a botón rosado	9	15
Botón rosado a flor abierta	12	7
Flor abierta a caída de pétalos	8	5
Cuajado a fruto verde	23	16
Fruto verde a Fruto rosado	67	27
Fruto rosado a morado	24	47
Total	275	258

El estado de inicio de floración hasta cosecha fruto maduro en la variedad Biloxi dura un aproximado de 143 días, mientras para Emerald 117 días. Como menciona Indap (sf) el ciclo reproductivo hasta el inicio de la cosecha dura un aproximado de 4 meses. Según Mesa (2015), el ciclo entre yema abierta hasta fruto verde fue de 127 \pm 26,69 días. En el ensayo este período duro 119 días, lo que es similar a la bibliografía revisada. Emerald generalmente tiene una floración larga, sin embargo, en el ensayo la etapa de floración fue similar en las dos variedades siendo Biloxi de 29 días y Emerald 27 días. Igual menciona que Biloxi tiene una floración temprana que concuerda con los resultados obtenidos debido que desde el trasplante a yema floral fue de 132 días mientras Emerald demoró 141 días para la formación de la yema floral desde el trasplante.

Plagas y enfermedades

La presencia de insectos como plaga más habitual fue el caso de lepidópteros que afectaron las hojas (Figura 77), siendo de baja incidencia y controlada mediante insecticidas. Esta especie constituye en Estados Unidos entre el 30% y 50% de los insectos presentes en el arándano, además, de otros lugares como Chile y Australia (Molina, 1998). Dentro del monitoreo se observó coloraciones rojizas y quemaduras en las hojas, que se identificaron como la enfermedad “quemadura foliar bacteriana” provocada por *Xylella fastidiosa* (Figura 78), como lo indica el Gobierno del Principado de Asturias en el boletín de avisos fitosanitarios del 2015.



Figura 77. Plagas en arándano-gusano de la hoja. Fuente: L. Simbaña.



Figura 78. Enfermedad de arándano- *Xylella fastidiosa*. Fuente: L. Simbaña.

Conclusiones

- La variedad Emerald presenta un hábito de crecimiento semi erecto con poca presencia semi rastrero, tallo de color verde con tonalidad oscura, con hojas lanceolada-oval con

borde serrulado y presencia de un borde liso cuanto más madura, hojas de mayor tamaño que Biloxi, con flor tubular urceolada y menor número de flores por racimo. Los frutos presentaron un mayor peso que Biloxi siendo de 2,24 gramos, al igual que el diámetro ecuatorial de 16,86 mm, la profundidad de la cavidad 1,79 mm, °Brix 14,3%, pH 3,8; los otros descriptores no presentaron diferencias significativas con Biloxi.

- La variedad Biloxi tiene un hábito de crecimiento semi erecto, tallo de color verde claro con tonalidad oscura, con mayor presencia de hojas ovadas con borde serrulado de menor tamaño a Emerald, con flor urceolada y con mayor número de flores por racimo. El fruto se caracterizó por un peso de 1,33 gramos, diámetro ecuatorial 14,83 mm, profundidad de cavidad 1,13 mm, °Brix 12,9%, pH 3,3, siendo menor a comparación de la variedad Emerald.
- La fenología reproductiva para la variedad Biloxi fue de 143 días, mientras para Emerald fue 117 días, desde yema floral a fruto morado. Biloxi tuvo un inicial de floración más temprano a comparación de Emerald.
- En general, se observa una buena adaptación de las plantas a las condiciones del Valle de Tumbaco, sin embargo, se muestra por parte de la variedad Emerald una inclinación de las ramas hasta el punto de llegar a ser rastreras en edad temprana de planta, por lo que fue necesario la aplicación de tutores para formar tallos erectos, obteniendo al cabo de seis meses tallos semi erectos. Además, el retiro del sarán permitió un mayor crecimiento erecto y mayor grosor de brotes nuevos. En la etapa de fructificación las ramas por el peso de frutos tienden a decaer, sin embargo, no se presentado ninguna pérdida por trozamiento de ramas.
- En el periodo de la implementación y manejo del ensayo, se ha detectado la incidencia de plagas por lo que se han realizado controles fitosanitarios, siendo el gusano la mayor plaga que ha provocado la pérdida de algunas yemas florales, por lo que si no es controlado puede llevar a grandes pérdidas en la producción.

Recomendaciones:

- Realizar la evaluación del experimento por un año más para determinar la producción a partir del segundo año en que esta se va estabilizando.

Referencias:

- Asturias. (2015). Boletín de avisos fitosanitarios. Gobierno del Principado de Asturias. Sección de sanidad vegetal. Obtenido de: https://www.asturias.es/Asturias/descargas/PDF_TEMAS/Agricultura/sanidad%20vegetal/avisos/Boletin_2015_septiembre_Xylella_Arandano.pdf
- Bello, F., Almirón, N., Beltramini, N., Vázquez, D. (2012). Comportamiento postcosecha de variedades patentadas de arándanos cultivadas en entre ríos (argentina). Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol 13, 31-36.
- Caballero, J. (2015). Crecimiento y desarrollo vegetativo de dos cultivares de arándano (*vaccinium corymbosum l*) Biloxi y Sharpblue en la sabana de Bogotá. Tesis grado. Universidad militar “Nueva granada”. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6443/TRABAJO%20DE%20GRADO%20ENTREGADO..pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Cabezas, M y Peña, F. (2012). Estimación del área foliar del arándano (*vaccinium corymbosum*) por medio de un método no destructivo. Rev. U.D.C.A Act & Cient. 15(12). 373-379.
- Casierra, P., Ávila, O., Riascos, D. (2012). Cambios diarios del contenido de pigmentos fotosintéticos en hojas de caléndula bajo sol y sombra. Temas Agrarios. Vol. 17(1), 60-71.
- Crisóstomo, M., et al. (2014). Relaciones amonio/nitrato en soluciones nutritivas ácidas y alcalinas para arándano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 5. 525-532.
- Fall Creek Farm & Nursery, Inc. (2011). [En línea]. Disponible en www.fallcreeknursery.com.
- Flores, L. (2019). Rendimiento y calidad de 20 progenies de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad La Molina. Lima, Perú. 128 p.
- GAD Parroquial Calacalí. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Calacalí. 113 p.
- García M., & García B., 2001. Manejo Cosecha y Postcosecha de Mora, Lulo y Tomate De Árbol. Trabajo De Grado Para Optar El Título De Agrónomo. Universidad De Caldas. Manizales, 102.
- García, J., García, G. (sf). El cultivo de arándano en Asturias. <https://es.scribd.com/document/98133733/Guia-Del-Arandano>
- González, G y Morales, A. (2017). Variedades de arándanos [en línea]. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 371. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6674>
- González, A.; Morales, G. Riquelme, R., Hirzel, J. France, A., Pedreros, A., Uribe, H., Defilippi, B., Robledo, P., Becerra, C. (2017). Manual de manejo agronómico del arándano. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín No 06. Santiago, Chile. 98 p.
- Gordo, M. (2011). Guía Práctica para el cultivo de arándanos en la zona norte de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires: INTA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca).
- Hancock, J., & Retamales, J. (2012). Blueberries. Crop production science in horticulture series. Vol.21
- Hummer K., Zee F., Strauss A., Kejth L., Zee F., Nishijima W. (2007). Evergreen Production of Southern Highbush Blueberries in Hawai'i. Journal of the American Pomological Society. 61(4):188-195
- Indap (sf). Producción y mercados del arándano. Santiago, Chile.
- Mesa, P. (2015). Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* l. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Tesis Biólogo. Universidad Militar Nueva Granada. Cajicá, Colombia. 90 p.
- Morales, V., Morales, E., Ortega, L., Gallardo, A. (2015). Evaluación de nuevas variedades arándano cultivadas en Xicotepec. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. Vol 2 (2), 221-224.

- Molina, J. (1998). Lepidópteros asociados al cultivo de arándano en Andalucía Occidental. Bol. San. Veg. Plagas, 24: 763-772.
- Morales, C. (2017). Manual del manejo agronómico del arándano. INIA. Chile.
- Pannunzio A; Vilella F; Texeira P; Zdenka P. (2011). Impacto de los Sistema de Riego por goteo en Arándanos.
- Pinedo, S. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándano y otras especies del género Vaccinium. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v1i3.426>
- Retamales J. & Hancock J. (2011). Crop production science in horticulture Blueberries, Holly Beaumont, N° 21. USA.
- Rivadeneira, M., & Carlazara G. (2011). Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.
- Romero, C. (2016). El arándano en el Perú y el mundo. Ministerio de Agricultura y Riego. Lima, Perú. 42 p.
- Soria, C., Miranda, L., Lozano, D., Ariza, M., Gómez, J., Martínez, E., Cervantes, L., Medina, J. (2018). Evaluación de Variedades de Arándano en Cultivo Convencional. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Sevilla. 1-20 p.
- Spiers, J.M., Stringer, S.J., Draper, A.D. and Gupton, C.L. (2002). 'Biloxi' southern highbush blueberry. Acta Hort. 574, 153-155.
- DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.574.21
- Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.). (2013). Manual del arándano. Boletín INIA N° 263. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). (2002). Introducción General al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. TG/1/3. Ginebra, Suiza. 28 p.
- Vega, S. (2019). Efecto de las altas temperaturas en plantas de interés agrícola de Ecuador y su relación con el cambio climático global. Tesis grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de ciencias ambientales. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5940/1/T-UTEQ-0117.pdf>
- Zambrano, J., Barrera, V., Murillo, I., Domínguez, J. (2018). Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico del INIAP 2018 – 2022. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito, Ecuador.

Anexos:

Anexo 5. Plano del ensayo

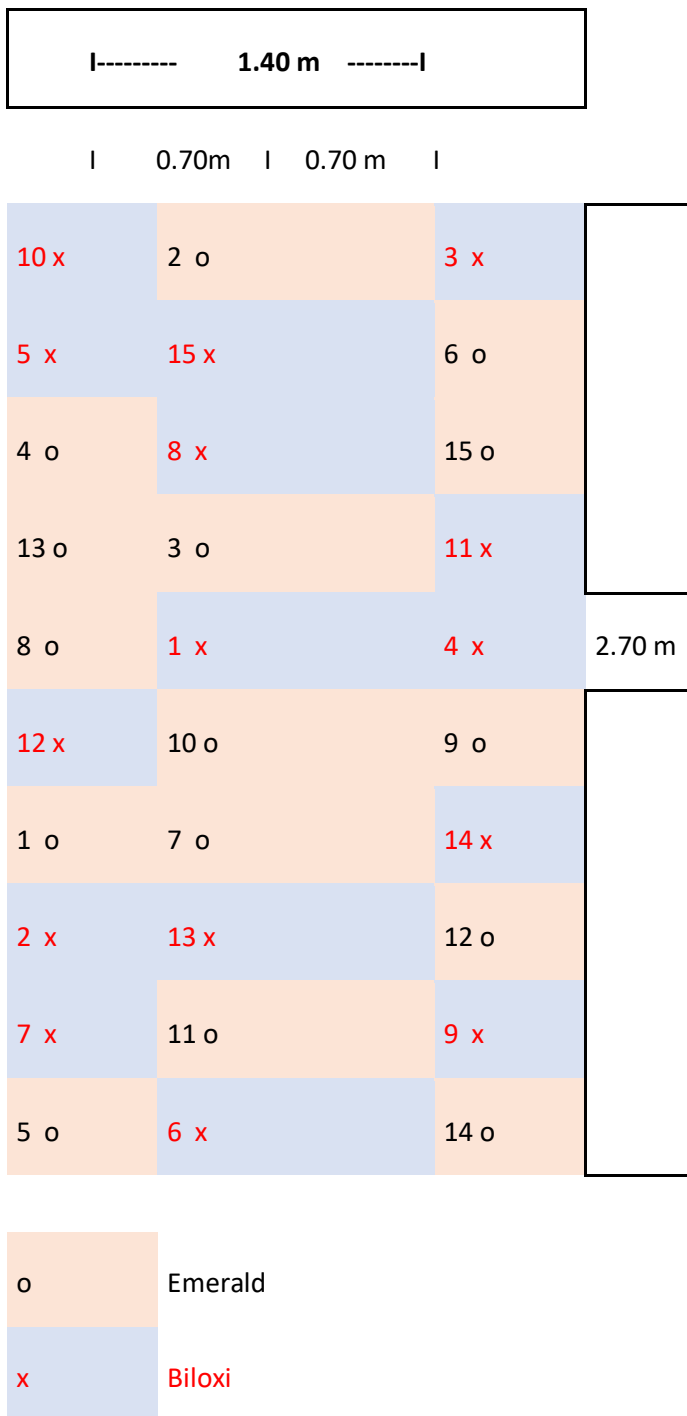


Figura 79. Plano ensayo

Anexo 6. Manejo del cultivo



Figura 80. Controles fitosanitarios. L. Simbaña



Figura 81. Toma datos altura. L. Simbaña



Figura 82: Toma de datos de diámetro

Fuente: L. Simbaña



Figura 83: Poda de mantenimiento y formación

Fuente: L. Simbaña



Figura 84: Poda corta

Fuente: L. Simbaña



Figura 85: Frutos Emerald. L. Simbaña



Figura 86: Fruto Biloxi. L. Simbaña



Figura 87: Frutos Emerald en diferentes estados con pruina y sin pruina. Fuente: L. Simbaña



Figura 88: Frutos Biloxi en diferentes estados con pruina y sin pruina. Fuente: L. Simbaña



Figura 89: Medición de pH



Figura 90: Medición de sólidos solubles. Fuente: L. Simbaña

Actividad 6. Estimación del requerimiento hídrico en aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass y granadilla (*Passiflora ligularis*) cultivar colombiana, en la fase vegetativa.

Responsables: Yamil Cartagena, Pablo Gaona

Colaboradores: Luis Vásquez, Sandy Aguayo, Carlos Morales, William Viera, Pablo Viteri, Andrea Sotomayor.

Antecedentes:

El riego proporciona la cantidad de agua necesaria para el desarrollo adecuado de los frutales, aprovechando el agua disponible y el sistema de riego, para asegurar el suministro que requiere y evitar desperdicios. Los procedimientos de programación de riego se basan en estimar la evapotranspiración de los cultivos (ETC), en medidas del estado hídrico de las plantas, o de la humedad del suelo. En los últimos años, el desarrollo de nuevos equipos ha ayudado a la toma de decisiones en el manejo del riego en base al control en continuo de estas variables. Entre los equipos de monitorización del agua en el suelo destacan las sondas de capacitancia que permiten obtener información de la dinámica del agua en el suelo ya que miden en continuo y tiempo real las variaciones del contenido de agua en el perfil del suelo.

Objetivo:

Estimar los requerimientos hídricos en los cultivos de aguacate y granadilla, en la fase vegetativa.

Metodología:

Aprobado CT-07-01-2019.

Esta investigación se realizó durante dos años, es decir desde enero del 2019 hasta diciembre del 2020, en la Granja Experimental Tumbaco, que está ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, 0° 13' 2" latitud sur y 78° 24' 43" longitud oeste, 2328 m.s.n.m., con precipitación anual de 800 mm, temperatura media de 17°C y humedad relativa de 75%. Los frutales utilizados fueron aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass y granadilla (*Passiflora ligularis*) cultivar Colombiana.

Se determinaron las propiedades físicas del suelo (textura, humedad gravimétrica, densidad aparente y curva de retención de humedad del suelo) en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); los datos de clima (precipitación y evaporación) se obtuvieron de la Estación Meteorológica del Campo Experimental la Tola del perteneciente al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); mientras que los datos de los cultivos (tipo, duración, funciones decrecimiento radicular y Kc) se obtuvieron con la metodología de la FAO.

Con esta información se elaboró un balance hídrico (FAO), en la que se realizaron los correspondientes cálculos del volumen y tiempo de riego, considerando los ingresos (riego y precipitación) y egresos (variación de la humedad del suelo y evapotranspiración). El suministro de agua para los frutales se realizó mediante un sistema de riego por goteo superficial, para lo cual en cada línea de plantación se colocaron dos mangueras de polietileno de 0.016 m, con goteros auto compensados de 1.6 L h⁻¹ de gasto y con un distanciamiento de 0.30 m.

Resultados:

En el cultivo de aguacate, durante los dos años de evaluación se tuvo una precipitación efectiva de 1552 mm; la evapotranspiración fue de 1966 mm; por lo que el balance hídrico determinó que se deben aplicar una lámina de agua de 1543 mm, aplicándose 884 mm y la humedad almacenada en el suelo en promedio fue de 103 mm (Figura 91).

En tanto que para la granadilla se utilizaron los mismos datos de precipitación, la evapotranspiración fue de 2207 mm, el balance hídrico, indicó que se deben aplicar una lámina de agua de 1771 mm, aplicándose 1204 mm y la humedad almacenada en el suelo en promedio fue de 114 mm (Figura 92). La distribución de precipitación no fue uniforme, en los meses de verano, es decir desde junio hasta agosto.

La cantidad de agua aplicada en el riego fue menor a la que se calculó con el balance hídrico debido a que en los meses de verano disminuye los caudales del agua. La humedad almacenada en el suelo en promedio estuvo cerca del nivel de abatimiento que se calculó de 127 mm para el aguacate y 107 mm para la granadilla.

Para los cultivos de aguacate y granadilla la cantidad de agua aplicada por el riego fue baja, notándose claramente este efecto en la humedad almacenada en el suelo que estuvo por debajo del nivel de abatimiento y por tanto afecta el desarrollo de las plantas.

Conclusiones:

Se concluye que la información de los suelos, clima y cultivo, en conjunto con los sensores de humedad del suelo, son herramientas muy útiles para estimar el consumo de agua en el aguacate y la granadilla y proporcionar en forma oportuna el abastecimiento del agua en el riego.

Esta tecnología se puede emplear en cualquier cultivo frutal por lo que el manejo tecnificado con la aplicación de metodologías de agricultura de precisión permitirá optimizar los recursos no renovables de vital importancia como el agua y suplir los requerimientos hídricos de los cultivos.

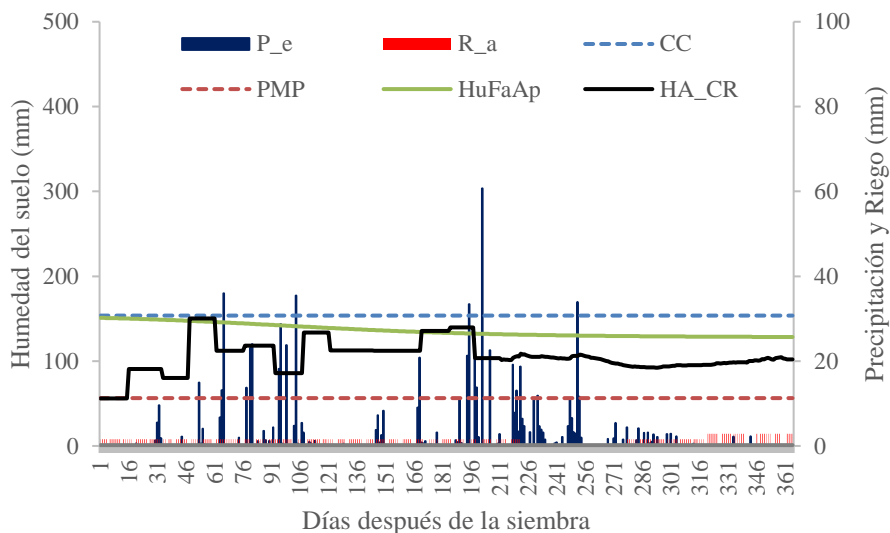
Recomendaciones:

Para la aplicación del balance hídrico en los cultivos, se debe adquirir estaciones meteorológicas, sensores de humedad del suelo y crecimiento de la planta, para que permitan monitorear en mejor forma el clima, suelo y planta y realizar una aplicación de riego en tiempo real.

Anexos:

Anexo 7. Balance hídrico cultivo de aguacate.

a)



b)

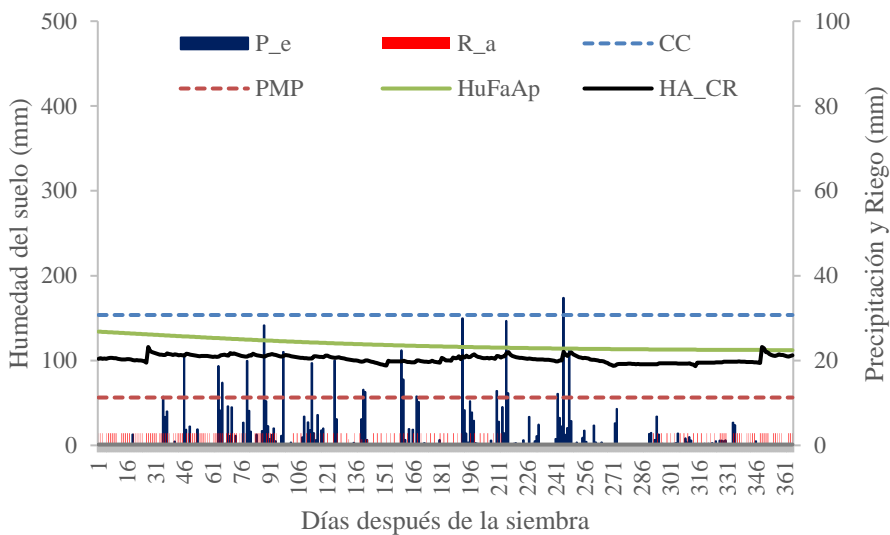
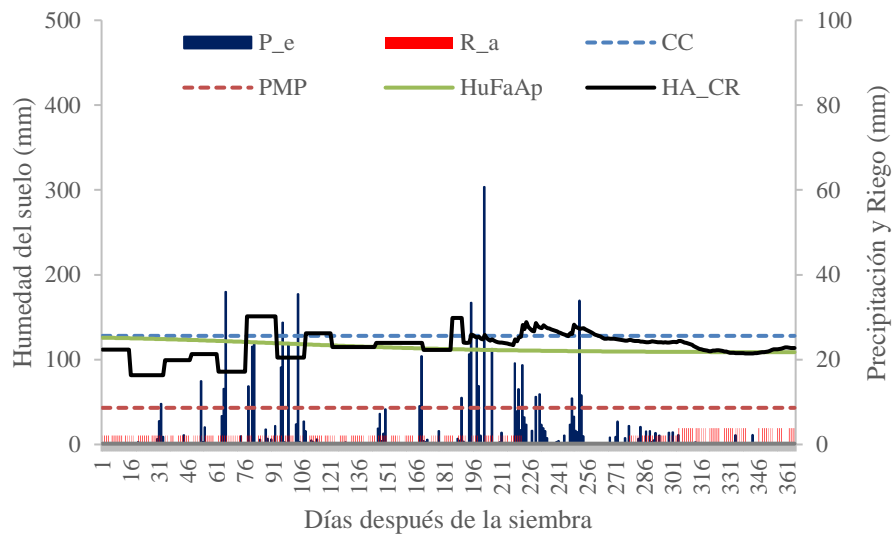


Figura 91. Balance hídrico en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass. a) 2018 - 2019 y b) 2019 - 2020. Pichincha, 2020.

Fuente: Y. Cartagena

Anexo 8. Balance hídrico del cultivo de granadilla.

a)



b)

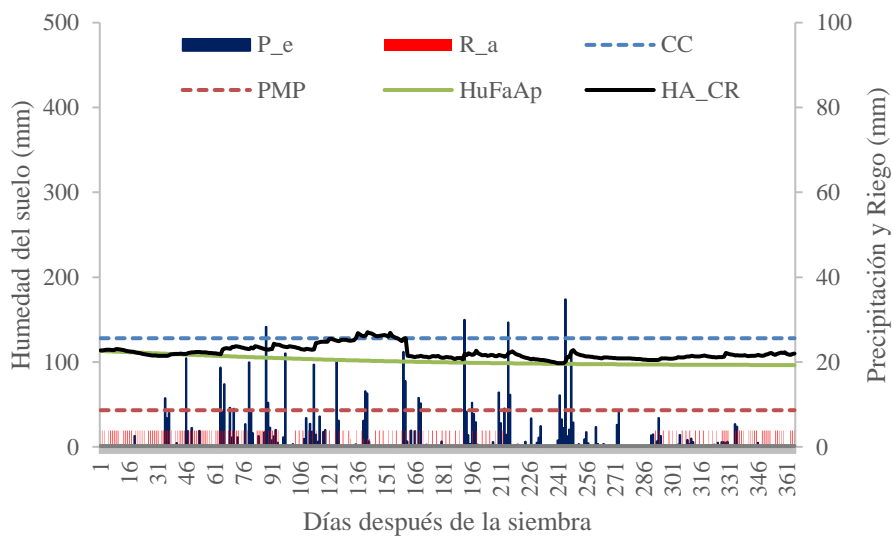


Figura 92. Balance hídrico en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) cultivar Colombiana. a) 2018 - 2019 y b) 2019 -2020. Pichincha, 2020.

Fuente: Y. Cartagena

Actividad 7. Efecto de la aplicación de microorganismos (*Trichoderma sp* y *Glomus sp*) y fertirriego para la producción sustentable de aguacate var, Hass (*Persea americana* Mill.).

Responsable: Ing. Juan Pablo Gaona Gonzaga.

Colaboradores: Ing. Pablo Viteri, Ing. Andrea Sotomayor, Ing. William Viera, Agr. Milton Hinojosa, Manuel Posso, Estudiante Javier Tuqueres.

Antecedentes:

El aguacate (*Persea americana* Mill.) es un cultivo de importancia económica de las zonas tropicales y subtropicales (Premkumar et al., 2003), perteneciente a la familia Lauráceas, es un árbol perenne nativo de América (Galindo- Tovar et al., 2008). Este cultivo es originario del centro sur de México y norte de Guatemala, los frutos son valorados por su contenido de aceite, proteínas, carbohidratos, minerales y vitaminas (Ferro, 2001).

Álvarez et al. (2021) señalan que la información obtenida durante el Censo Nacional Agropecuario en 2018 arrojó que existen 6154 hectáreas de plantación de aguacate var. Hass, de las cuales 3125 hectáreas tienen menos de 10 años de establecimiento, localizándose en las provincias de Carchi y Pichincha. Resultando que estas dos provincias ocupan el 62% de la plantación, seguido de Imbabura con 900 hectáreas, concentrándose la producción en la Sierra ecuatoriana.

El Programa Nacional de Fruticultura de INIAP, señala que la producción en la Sierra Norte, principalmente se desarrolla con pequeños agricultores que alcanzan rendimientos bajos por hectárea debido a la escasa información y aplicación de prácticas agronómicas en relación con las condiciones de cada productor (Arias, 2018). INIAP ha generado tecnologías amigables con el ambiente relacionadas con el manejo de la poda, fertilización fraccionada en campo y uso de microorganismos en fase de vivero que incrementaron la absorción de N, Ca, Mg, Mo, Cu (Viera, 2019).

Reconociendo que el uso de microorganismos tiene potencial, debido a que promueve el crecimiento y nutrición de las plantas (Sonneveld, 2004) e incrementan las reacciones biogeoquímicas en el suelo (Viera, 2019) la aplicación de biocontroladores edáficos (*Trichoderma sp* y *Glomus sp*) mejoran la vigorosidad de la planta, asociada a la acumulación de macro y micronutrientes en la solución del suelo, conllevando un incremento en la masa radicular, ahorro en costos de fertilizantes, mayor producción y calidad de la fruta (INIAP 2011).

Con lo señalado, es imprescindible analizar el efecto de la aplicación de fertirriego y de biocontroladores de suelo (*Trichoderma sp* y *Glomus sp*) para el mejoramiento de la productividad de aguacate var. Hass en condiciones de campo.

Objetivo:

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos (*Trichoderma sp* y *Glomus sp*) y fertirriego para la producción sustentable de aguacate var, Hass (*Persea americana* Mill.).

Metodología:

Continuación perfil aprobado 07-01-2019.

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Tumbaco perteneciente al Programa Nacional de Fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones (INIAP), ubicada en la parroquia de Tumbaco, cantón Quito, provincia Pichincha a una altitud de 2348msnm, latitud de 00° 13'57" S y longitud de 78°24'43" O.

Las características agroclimáticas del lugar donde se encuentra el cultivo fueron las siguientes: precipitación anual de 800 mm, temperatura media anual 17 °C , humedad relativa promedio de 75 % y velocidad de viento promedio de 10 km/h (INAMHI, 2019).

Los factores en estudio del experimento fueron: tipo de sistema de riego (con fertirriego y sin fertirriego), combinación de microorganismos (*Trichoderma asperellum*, Micorriza *Glomus* sp) (Tabla 75).

Tabla 75. Niveles de los factores en estudio

Nivel	Factor A	Factor B
1	Con fertirriego	Con microorganismos (<i>Trichoderma</i> , Micorriza)
2	Riego goteo + fertilización sólida	Sin microorganismos (<i>Trichoderma</i> , Micorriza)

Los tratamientos corresponden a la interacción de los dos factores en estudio (Tabla 76).

Tabla 76. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T1	Fertirriego sin microorganismos
T2	Fertirriego con microorganismos (<i>T. asperellum</i> , Micorriza <i>Glomus</i> sp)
T3	Riego goteo + fertilización sólida con microorganismos (<i>T. asperellum</i> , Micorriza <i>Glomus</i> sp)
T4	Riego goteo + fertilización sólida sin microorganismos

La parcela constó de dos factores en estudio las cuales dieron origen a cuatro tratamientos con 10 plantas por tratamiento, en la cual cada planta representa una observación, teniendo un total de 40 unidades experimentales.

El experimento se llevó bajo un Diseño completamente al azar (DCA), en arreglo factorial 2 x 2, con 10 observaciones por tratamiento (Tabla 77). Se verificaron los supuestos de normalidad de error y homogeneidad de varianzas constantes, para luego continuar con el análisis de varianzas ADEVA (p -valor <0.05) para datos paramétricos.

Tabla 77. Esquema del Diseño Experimental.

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Total	39
Fertirriego (F)	1
Microorganismos (M)	1
F x M	1
Error	36

Se aplicó la prueba de Tukey al 5 % cuando se encontró significancia estadística en el análisis de la interacción de las variables estudiadas, este análisis se realizó utilizando el programa estadístico InfoStat 2016 versión estudiantil (Di Rienzo et al., 2016).

Para el manejo del experimento se realizaron las siguientes actividades:

El riego se realizó mediante un sistema de riego automatizado con goteros autocompensados de 1.6 litros/hora, esta actividad se la realizó 5 días a la semana en dos ciclos de riego diarios de 20 minutos cada uno, en este tiempo la planta aprovecha 15 litros de agua diarios.

La preparación de la solución nutritivas para fertirriego se llevó a cabo mediante la disolución de los fertilizantes en un volumen de agua de 20 L. para luego llevarlo a una disolución de 500 litros de solución nutritiva que posteriormente fue aplicada al cultivo, con riegos complementarios con la finalidad de evitar la concentración de sales en la superficie del suelo. Con la finalidad de corregir algunas deficiencias, se realizó aplicaciones periódicas de productos con contenidos altos de calcio, boro, zinc y aminoácidos, estos productos fueron aplicados con la finalidad de promover el amarre y desarrollo de los frutos.

Para inoculación de los microorganismos se utilizó conidias de *T. asperellum* al 5%, ingrediente inerte al 95%, el cual será sometido a un control de calidad en el Laboratorio de Control Biológico de INIAP - EESC. Se colocó una dosis de 1 g planta⁻¹, por cada aplicación manteniendo cuatro aplicaciones mensuales durante el primer mes, posteriormente se efectuaron dos aplicaciones mensuales durante dos meses y de ahí en adelante se realizó una aplicación mensual. Para la preparación de la solución 1 g de *T. asperellum* en 1 litro de agua más el coadyuvante (Polyether polymethyl siloxanato copolymer al 992 g/l, aditivos c.s.p, de 1 litro), este producto se aplicó a una dosis de 0.15 ml disuelto en 1 litro de agua. Para su aplicación en la planta se realizaron cuatro hoyos de 20 cm de profundidad alrededor de la planta, se colocarán 250 mL de la solución en cada hoyo y se procedió a cubrir con suelo.

La aplicación de las micorrizas se utilizó el género *Glomus* sp, el cual fue mezclado con turba, la dosis aplicada por planta fue de 20 g de la micorriza, realizando de igual manera cuatro orificios de 20 cm de profundidad alrededor de la planta diferentes a los realizados para la inoculación de microorganismos, en los hoyos realizados se colocó 5 g de producto en cada uno de ellos, procediendo a ser tapados con suelo.

Para el control fitosanitario se consideró monitoreos permanentes para evidenciar la presencia de plagas, en los monitoreos realizados se identificó la presencia de plagas como el caso de ácaros enrollador el cual para su control se aplicó azufre 1.5 g L⁻¹ alternando con Abamectina 1.5



cc L⁻¹, cipermetrina 1 ccL⁻¹, este tipo de manejo fitosanitario se lo hará a todo el experimento (COLORADO, 2018).

Control de arvenses: El control de arvenses se lo realizó de forma manual y mecánica, esta labor se considerará cuando las arvenses alcancen una altura de 0.20 cm, para ello utilizaremos una azada, una pala y una moto guadaña.

Las variables y métodos de evaluación se describen a continuación:

Datos de cosecha inicial. Se cosecharon, contaron y pesaron todos los frutos de las plantas que conformaban cada uno de los tratamientos, los datos obtenidos se los reporta en una tabla de valores y servirán como datos iniciales de rendimiento.

Días a la Floración. Se registró los días de floración, para lo cual se colocó una etiqueta en la planta y se registró la fecha en la cual se evidencio la presencia de flores.

Número de flores. Se seleccionó 9 ramas por tratamiento, aquellas que se encontraban en plena floración y se procedió a contabilizar el número de inflorescencias de cada rama para posteriormente registrar en una tabla de valores.

Número de frutos cuajados. En las ramas seleccionadas y contabilizadas el número de flores se procedió a contabilizar el número de frutos cuajados en cada rama, tomando en cuenta aquellos en la que se encuentra el fruto totalmente formado.

Porcentaje de Cuajado. Se calculó en base a los datos obtenidos del número de inflorescencias y el número de frutos cuajados según la siguiente formula.

$$\% \text{ Cuajado} = \frac{N^{\circ} \text{ Frutos cuajados}}{N^{\circ} \text{ total de inflorescencias}} \times 100$$

Diámetro polar y ecuatorial de la fruta. Se midieron los diámetros polares y ecuatoriales de los frutos desde el cuajado hasta la cosecha de acuerdo con cada tratamiento con el uso de un calibrador digital, a través de la relación de los ejes perpendiculares se verificará si el fruto es redondo, elíptico o alargado. Para ello se utilizó la siguiente fórmula (Espinoza, 2000).

$$\text{Relación} = \frac{\text{Diámetro polar}}{\text{Diámetro ecuatorial}}$$

Número de frutos por planta. Se contabilizó todos los frutos que estan próximos a la cosecha por cada árbol, el valor resultante se lo registró en una tabla de valores.

Cosecha. Se cosechó los frutos los cuales estaban en un estado de madurez para cosecha, para esto se consideró a los frutos que habían perdido el brillo de la corteza y han tenenido un viraje de color a negro lo cual indica que el fruto esta listo para ser cosechado.

Resultados y discusión:

Número de frutos, peso frutos y Rendimiento planta

En la Tabla 78, se presentan los promedios y prueba de significación para tratamientos en la variable número y peso de frutos por planta, esta variable fue evaluada en los meses de enero, febrero y marzo, en estos meses se cosechó esta fruta y se lo tomó como un dato inicial de rendimiento para iniciar el nuevo experimento. Mediante la prueba Tukey al 5%, no se detectó rangos de significación para el número y peso de frutos de los tratamientos. Matemáticamente se observó que las plantas que conformaban el tratamiento 1 fueron las más destacadas (17 frutos/planta y 250 g/fruto) mientras que las plantas que conformaron el tratamiento 4 alcanzó el promedio más bajo (5 frutos/planta y 226 g/fruto).

En la tabla 78, se muestra el rendimiento que las plantas en estudio presentaron a los 2.5 años, esta cosecha se la registró entre los meses de enero y febrero del 2021.

Tabla 78. Número de frutos promedio por planta en el cultivo de aguacate var. Hass en la Granja Experimental Tumbaco.

Tratamiento	Nº frutos/ planta	Peso promedio de fruto Kg	Kg/ planta
A1XB2	17	0.250	4.33
A1XB1	7	0.242	1.80
A2XB1	6	0.245	1.47
A2XB2	5	0.226	1.13

Para la variedad Hass se obtuvieron estos valores en madurez fisiológica, por lo que al relacionarlos con datos reportados por Rodríguez (2005) quién menciona que para la variedad Hass los valores promedio en peso son de 200 – 300 gr aproximadamente, esto se debe a que a medida que se incrementa los lípidos en los frutos también se incrementa el peso, comparando los resultados obtenidos, el peso de los frutos cosechados inicialmente concuerdan con los obtenidos por los autores.

Número de flores, frutos cuajados y porcentaje de cuajado por planta.

En la Tabla 79, se presentan los promedios y prueba de significación para tratamientos en la variable número de flores, número de frutos cuajados por planta y porcentaje de cuajado, variables que han sido evaluadas durante la fase productiva de la planta. Mediante la prueba Tukey al 5%, la cual no detectó rangos de significación entre tratamientos e interacción entre los factores.

Se observó que el tratamiento más destacado fue T3 (Riego goteo + fertilización sólida – con microorganismos) alcanzó el mayor número de flores (995 flores/planta) y 94 frutos cuajados por planta, por el contrario, el tratamiento con menor promedio de flores fue el tratamiento 2 (fertirriego + microorganismos) el cual presentó un promedio de 730 flores/planta y el T4 (Testigo) reflejo el menor número de frutos cuajados 55 frutos por planta.

Evaluando el porcentaje de cuajado que presentó cada tratamiento el promedio más alto lo presentó el T2 (fertirriego + microorganismos) reflejando un valor de 11.92 % de frutos cuajados, permitiéndonos evidenciar que el tratamiento 2, pese a tener el menos número de flores presentó un mayor porcentaje de cuajado.



Tabla 79. Prueba de Tukey al 5%, para número de flores, número frutos cuajados y porcentaje de cuajado en el cultivo de aguacate var. Hass en la Granja Experimental Tumbaco.

Trat.	Nº flores	Nº Frutos Cuajados	% de Cuajado
A1xB2	840.00 a	78.00 a	9.28 a
A1xB1	730.00 a	87.00 a	11.92 a
A2xB1	995.00 a	94.00 a	10.14 a
A2xB2	927.00 a	58.00 a	5.82 a

En general se observó que los tratamientos en los cuales tienen la influencia de microorganismos presentan el porcentaje más alto de cuajado. Al comparar los resultados obtenidos según (Whiley, 2000) menciona que quizá la pérdida de frutos de deba a un aborto natural de la planta debido a la preferencia de la planta por el crecimiento vegetativo que la producción de frutos, por lo que solo permanecen en el árbol los frutos más fuertes y vigorosos; del mismo modo el autor menciona que la caída de los frutos aumenta considerablemente por efecto del estrés ambiental, especialmente durante olas de frío o calor, mientras que más joven es el fruto más susceptible a dicho estrés, también Reyes et al. (2017) y Carabalí et al. (2018) evidenciaron dos temporadas de floración en el cultivo de aguacate Hass en el cual el autor indica el tiempo de cuajado y desarrollo del fruto depende de la época de floración en la cual se genere la floración.

Comparando la información proporcionada por los mencionados autores, coincide con información obtenida en el experimento en la Granja Experimental Tumbaco, en el cual se observó dos floraciones bien marcadas en los meses de febrero y marzo y la otra floración se registró en mayo y junio sin embargo el porcentaje de cuajado de la primera floración fue bajo, este efecto coincide con lo expresado por Whiley (2000), por tratarse de plantas jóvenes (2.5 años) cuando empezó la floración existe por parte de la planta una tendencia al crecimiento vegetativo antes que la floración.

Calibre del fruto.

En la Tabla 80, se presentan los promedios y prueba de significación para tratamientos en las variables diámetro polar y ecuatorial, además de la relación entre diámetros, estas variables fueron evaluadas durante la fase del desarrollo del fruto. Mediante la prueba Tukey al (0.05%), el cual no se detectó rangos de significación para el diámetro de fruto de los tratamientos e interacción entre los factores. Matemáticamente se observó que el tratamiento más destacado fue T3 (sin fertirriego - con microorganismos) alcanzó el mayor diámetro tanto polar como ecuatorial (69.52 y 50.73 mm), por lo contrario, el tratamiento con menor promedio de diámetro fue el tratamiento 2 (fertirriego + microorganismos) el cual presentó un promedio de (54.10 y 50.75 mm) y el T4 (Testigo) reflejó la relación más alta de diámetro (1.42), esto nos indica que los frutos tienden a ser más aplanados que redondos, característica natural del aguacate.

Tabla 80. Prueba de Tukey al 5%, diámetro polar, ecuatorial y relación de diámetro en el cultivo de aguacate var. Hass en la Granja Experimental Tumbaco

Trat.	Promedio DP mm	Promedio DE mm	Relación DP/DE mm
A1xB2	59.47 a	44.40 a	1.34 b
A1xB1	54.10 a	39.77 a	1.36 b
A2xB1	69.52 a	50.73 a	1.37 b
A2xB2	61.90 a	43.73 a	1.42 a

Estos datos guardan relación a lo expresado por Martínez et al. (2003) los autores en su investigación manifiestan que prácticamente más del 90% del calibre del fruto se obtiene a las 26 semanas previas a la cosecha, comparando lo expresado por el autor, nos permite mencionar que el T3 presenta un mayor diámetro de la fruta, sin embargo, no alcanzado aún el valor promedio de la variedad lo cual permita obtener frutas comerciales.

Número de frutos por planta.

En la Tabla 81, se presentan los promedios y prueba de significación para tratamientos en la variable número de frutos por planta, esta variable fue evaluada previo a la cosecha, para lo cual se contabilizó todos los frutos por planta que están próximos a la cosecha. Mediante la prueba Tukey al (0.05%), si se detectó rangos de significación para el número de frutos de los tratamientos e interacción entre los factores. Matemáticamente se observó que el tratamiento más destacado fue T1 (con fertirriego - sin microorganismos) alcanzó el promedio más alto de números de frutos por planta (42.8 frutos), por lo contrario, el tratamiento con menor promedio fue el tratamiento 4 (testigo) el cual presentó un promedio de (3.2 frutos).

Tabla 81. Datos de cosecha en el cultivo de aguacate var. Hass en la Granja Experimental Tumbaco

Tratamiento	Nº frutos/planta	Nº frutos/Ha
1	42.8 a	21400
2	18.1 b	9050
3	8.9 b	4450
4	3.2 b	1600

Los resultados obtenidos en esta investigación al ser comparados con los resultados de Martínez et al. (2003) que señalan que la planta joven tiene una tendencia al desarrollo vegetativo mas no a la producción. Por tal razón el experimento por tratarse de plantas jóvenes se atribuye un número bajo de frutos por planta.

Conclusiones:

Los datos son preliminares por lo que aún no se tiene conclusiones claras, sobre todo se necesita mayor tiempo para observar el efecto de los microorganismos en el suelo y planta.

Referencias:

- Álvarez Flores, J. J., Vite Cevallos, H., Garzón Montealegre, V. J., & Carvajal Romero, H. (2021). Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el periodo 2008 al 2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 164-172
- Arias, F. (2018). Para dónde va el aguacate Recuperado de <https://www.agronegocios.co/analisis/francisco-arias-2779534/para-donde-va-el-aguacate-2779539>
- Carabalí-Banguero, D., Montoya-Lerma, J., & Carabalí-Muñoz, A. (2018). Efecto de la exclusión de insectos visitantes florales en el cuajado de frutos de *Persea americana* (Lauraceae) cv. Hass. *Acta zoológica mexicana*, 34.
- Colorado, C. A. (2018). Plan de manejo integrado de insectos y enfermedades y fisiopatías en aguacate Hass. ECUADOR.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020 (Versión 29-09-2020). Córdoba, Argentina: Centro de Transferencia InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba. Retrieved from <https://www.infostat.com.ar/index.php>
- Espinosa, I. L. (2000). Manejo de la nutrición del aguacate. *Informaciones agronómicas* No. 31, 5.
- Ferro, I. A. (2001). El Cultivo de Aguacate. Ecuador.
- Fischer, M. H. G. (2009). Cosecha y poscosecha en las frutales. *Researchgate*, 267–281.
- Galindo-Tovar, M. E., Arzate, A. M., Ogata, N., Murguía, J., Lee, H.E., & Landero, I. (2008). Origen y domesticación del aguacate (*Persea americana* Mill. Lauraceae) en Mesoamérica. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz y I del Trópico Mexicano (pp. 516-523). <https://www.uv.mx/personal/megalindo/files/2010/07/PD2.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2019). Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2011). Revista informativa en: Aguacate Hass con gran potencial exportador. Cuarta Edición. Quito, EC. p. 30-32.
- Martínez, R., Martínez, J. J., Martínez-Valero, R., & Martínez, J. (2003). Contribución al estudio de la evolución del crecimiento del fruto del cv Hass (*Persea americana* Mill.) con respecto al tiempo en las condiciones ecológicas del área de Motril (Granada, España). in *proceedings v world avocado congress (actas v congreso mundial del aguacate)* (pp. 257-261).
- Premkumar, A., F. Pliego-Alfaro, M. A. Quesada, J. F. Mercado, M. A. Barceló-Muñoz. 2003. Influence of sucrose concentrations on in vitro rooting, growth, endogenous sugars and ex vitro survival of juvenile avocado. *J. Hort. Sci. Biotechnol.*, 78(1): 46-50.
- Reyes-Alemán, J. C., Monteagudo-Rodríguez, O., Valdez-Pérez, M. E., Mejía-Carranza, J., Espíndola-Barquera, M. D. L. C., Urbina-Sánchez, E., ... & Barrientos-Priego, A. F. (2017). Modelo fenológico para el aguacate 'Hass' en el Estado de México. In *Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate* (pp. 04-07).

Rebolledo, A., & Romero, M. A. (2011). Avances en investigación sobre el comportamiento productivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) bajo condiciones subtropicales. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 113-120.

Rodríguez, F. (2005). El cultivo de Aguacate (Primera Edición ed.). México DF, ME.

Sonneveld, C. 2004. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo, pp. 305-367. En: M. Urrestarazu (ed.), Tratado de cultivo sin suelo. 3ª Ed. Mundiprensa, Madrid.

Viera, A., Sotomayor, A., y Viera, W. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, Vol. III, N. 3, 1-9 p.

Whiley, A. W., Chapman, K. R., & Saranah, J. B. (2000). Water loss by floral structure of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Fuerte) during flowering. *Australian Journal of Agricultural Research* 39, 457 - 467.

Anexos:

Anexo 9. Manejo del cultivo de aguacate.



Figura 93. Preparación de soluciones nutritivas

Fuente: P. Gaona.



Fig 94. Identificación de plantas

Fuente: P. Gaona



Fig 95. Inoculación de *Trichoderma*

Fuente: P. Gaona



Fig 96. Inoculación de Micorrizas

Fuente: P. Gaona



Fig 97. Diámetro polar y ecuatorial

Fuente: P. Gaona



Fig 98. No Inflorencias

Fuente: P. Gaona

Actividad 8. Análisis de los Sistemas de Gestión, Técnico y de Comercialización de los Productores de Aguacate en Imbabura Y Pichincha.

Responsable: Ing. Juan Pablo Gaona

Colaboradores: Ing. Pablo Viteri, Ing. Andrea Sotomayor, Ing. William Viera, Agr. Milton Hinojosa, Manuel Posso, Dennis Valencia

Antecedentes:

El cultivo del aguacate en Ecuador ofrece altas expectativas para su producción, debido a su potencial de comercialización y acceso a diferentes mercados (Enríquez, 2018). Es apreciado en todo el mundo porque las características de este alimento inducen a una mayor demanda en el área gastronómica y por sus beneficios médicos debido a sus aceites saludables y vitamina E en altas cantidades (Coello, 2017). El aguacate genera interés en emprendedores en diferentes lugares para establecer nuevas fincas productoras por lo que es preciso que el árbol y sus frutos cumplan con la funcionalidad y calidad requeridas en los mercados locales e internacionales (Sotomayor et al., 2019).

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2021) se conoció que en el año 2019 en Ecuador la superficie plantada con aguacate fue de 7.125 ha de las cuales se cosecharon 4.415 ha. Según el estudio realizado por Viera et al. (2016) las provincias que tuvieron mayor participación en la producción del aguacate fueron Imbabura y Pichincha con el más alto número de árboles plantados en el país.

Si bien existen varios factores que pueden modificar la demanda, según Porras (2019) se destacan: el ingreso de los consumidores, preferencia de los clientes y estacionalidad entre otras variables que determinan la cantidad de la demanda. Sin embargo, el comportamiento de la demanda de aguacate a nivel mundial entre el 2010 y 2019 ha obtenido un notorio y significativo crecimiento (International Trade Center, 2019)

Para Ecuador el potencial del aguacate tiene un alto nivel de importancia porque ha superado en 2018 los 2 millones de toneladas importadas a nivel global, estimando en aproximadamente 6.000 millones de dólares (López, 2018). Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA (2018) los principales destinos para esta fruta fueron Estados Unidos, Holanda, Francia, España y Reino Unido que representan casi el 60% del total de las importaciones. Conforme a estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGAP (2017) “el aguacate es de gran importancia económica ya que tiene potencial para generarle al país alrededor de 360 millones de dólares al año tomando en cuenta que se logre una exportación que obtenga presencia en al menos 34 mercados potenciales”.

A pesar de esto en Ecuador existe una problemática tanto para su cadena de producción como para su comercialización porque no han sido estudiadas a profundidad. Muestra de ello, es la desaceleración en la producción del cultivo que, según el SIPA (2018) en Ecuador se redujeron las cifras de producción de aguacate siendo que para 2018 representó la menor cantidad cosechada durante el período 2007 – 2018 con menos del 50% de producción.

En general la producción, comercialización y venta del aguacate se define en la falta de organización de productores, desconocimiento del adecuado manejo cultural, alta incidencia de plagas, mala planificación y dispersión de la producción (Álvarez y Manosalve, 2019). Además,

según Prada (2015) existe fuerte acaparamiento de la producción por los intermediarios quienes reducen la rentabilidad a los productores y a su vez añaden un incremento al precio final.

Por lo tanto, para fomentar el sector frutícola y en específico las áreas con mayor producción de aguacate en Ecuador. “es muy importante que se implemente un conjunto de buenas prácticas agrícolas, transferencia y uso de tecnología entre productores y sus cadenas productivas para obtener mejores resultados con una alta calidad productiva” (INIAP, 2017).

El paso inicial para organizar y mejorar los procesos productivos y socioeconómicos del aguacate es el levantamiento de información como parte del proyecto KOPIA “Proyecto Diseminación de Tecnologías Amigables para incrementar la productividad del Aguacate en el Ecuador”, el cual es ejecutado a través de la cooperación INIAP-KOPIA, por lo que estas instituciones se han encargado de temas logísticos, como encuestas propias y de contacto para la ubicación de los productores en las provincias de Imbabura y Pichincha donde se registra la mayor cantidad de producción de aguacate de tal forma que se genere una base de datos, con la cual se estimen los puntos más débiles de la cadena productiva, comercialización y venta del aguacate y a su vez en coordinación de entes públicos y privados se optimice el apoyo y se generen las condiciones adecuadas para el incremento y eficiencia del proceso productivo, económico y social del aguacate en estas provincias.

Objetivo:

Establecer la situación productiva y socioeconómica del cultivo de aguacate en las provincias de Pichincha e Imbabura con el fin de aportar alternativas de solución a la problemática de la cadena productiva.

Metodología:

02-01-2020-Proyecto KOPIA

El estudio de la situación productiva y socioeconómica del cultivo de aguacate se llevó a cabo recopilando información de importancia en las provincias de Imbabura y Pichincha. Para la provincia de Pichincha el levantamiento de información se realizará en algunas parroquias rurales de la administración zonal Eugenio Espejo pertenecientes al Distrito Metropolitano de Quito. Mientras que para Imbabura el levantamiento de información se lo ha llevado a cabo en distintitas zonas productoras de aguacate ubicadas en toda la provincia.

Recolección de información.

Para la recolección de la información se realizó entrevistas a pequeños, medianos y grandes productores de aguacate de las provincias de Imbabura y Pichincha, cuando se visitó a cada productor la finca fue georreferenciada para posteriormente efectuar mapas de ubicación y cubrimiento del área donde se encuentre aguacate en producción (Álvarez y Monsalve, 2019).

Entrevista a productores.

Se utilizó una encuesta diseñada para el fácil entendimiento de los encuestados (pequeños, medianos y grandes productores), estas encuestas se fundamentan en recopilar información general de cada productor, para luego continuar con las preguntas técnicas de las variables socioeconómicas y productivas del aguacate (Sánchez y Restrepo, 2016; Giraldo et al., 2015).

Tipo de muestreo.

Se empleó un muestreo probabilístico por conglomerados, donde cada productor de aguacate de las dos provincias Imbabura y Pichincha, tuvieron la misma posibilidad de ser seleccionado en la muestra, seleccionando de manera aleatoria a los participantes que se encuentran dispersos geográficamente. Para el tamaño de la muestra, se trabajó con un nivel de confianza del 95% y una variabilidad máxima de 0.05 (Maina et al., 2014).

$$n = \frac{t^2 \times p \times q \times N}{(N \times e^2) + (t \times p \times q)}$$

Dónde:

n = tamaño de muestra

t = valor de la tabla t del nivel de confianza

p y q = variabilidad positiva (0.05) y negativa (0.5) respectivamente

N = Universo

e = error permitido

Se empleó como base la información obtenida de las encuestas de las dos provincias Imbabura y Pichincha, donde se articuló los elementos entre sí para la generación de elementos que permitan tomar decisiones para el mejoramiento de las prácticas de manejo y comercialización del aguacate (Gómez, 2010).

Tabulación de datos.

Una vez efectuadas las encuestas, se tabuló la información en Excel debido a la facilidad tanto en comprender y analizar los datos, con el uso de tablas dinámicas. Tener los datos organizados y ordenados garantiza para validar con otras herramientas informáticas.

Se evaluaron las siguientes variables:

Durante la fase de campo se midieron variables cualitativas y cuantitativas de cada productor en las dos provincias Imbabura y Pichincha.

Tamaño de la finca. Se preguntó en la entrevista al productor sobre el área de producción de aguacate y se registró el valor en hectáreas.

Nivel de educación del productor. Se registró el nivel de educación académica del productor entre los cuales se considerará primaria, secundaria, o superior.

Tamaño familiar. En esta variable se registró el número de miembros familiares que habitan en la casa y colaboran en la producción de aguacate.

Método de riego. En esta pregunta se evaluó la forma de realizar esta actividad en la finca, se consideró las diferentes formas de irrigación entre ellas: inundación, aspersión, goteo entre otras.

Tipo de abono utilizado. Se registró el tipo de abono que el productor generalmente utiliza entre ellos los de origen animal, vegetal, compuesto o químico.

Variedades cultivadas. Se evaluó las variedades cultivadas por los agricultores entre ellas se preguntó: variedad Hass, Fuerte, Antillana, Híbrido y Nacional.

Tipo de empaque para la fruta. se registró el tipo de empaque generalmente utilizado por el productor para venta.

Origen de las plantas. Se registró el origen de la adquisición de las plantas para ser implementadas en los huertos.

Resultados y discusión:

Se levantó información a un total de 102 productores dedicados esta actividad, la cual se encuentra en proceso de tabulación y análisis, sin embargo, se muestran los promedios de algunos de los resultados más relevantes en la tabla 82 de este documento.

Tabla 82: Principales resultados de variables evaluadas.

Variable	Características			
	Analfabetos	Primaria	Secundaria	Universidad
Nivel de educación	6	44	32	20
Número de miembros por finca.	# mínimo	# máximo	Promedio de miembros	
	1	12	5	
Disponibilidad de riego	Tiene agua de riego		No tiene agua de riego	
	100		2	
Sistema de riego	Usan sistema de riego		No usan sistema de riego	
	24		78	
Variedad cultivada	Fuerte	Hass	Híbrido	Nacional
	89	10	2	1
Fertilización	Abono orgánico	Abono animal	Abono químico	no abona
	31	45	12	14
Práctica de poda	Si realiza poda		No realiza poda	
	7		95	

Con base a los resultados obtenidos en la tabla 82, se puede evidenciar que la variedad de mayor cultivo por los productores de Pichincha e Imbabura fue Fuerte, debido a que esta variedad tiene mayor consumo local que la variedad Hass. Del mismo modo, los productores no están muy familiarizados con la práctica de poda, ya sea por desconocimiento y falta de capacitación.

Otra variable que es crítica es que del 99% de productores que disponen de agua de riego solo el 24% cuenta con un sistema de riego que le permita optimizar este recurso, al no contar con sistema de riego se ven obligados a realizar esta actividad mediante los sistemas tradicionales de irrigación.

Conclusión:

Actualmente se están procesando el 100% de las preguntas que fueron evaluadas mediante los agricultores lo cual nos permitirá tener resultados más concretos permitiéndonos evidenciar el impacto económico y cultural que el cultivo de aguacate promueve en las dos provincias del Ecuador.

Referencias:

- Álvarez Vélez, C., & Monsalve Tobón, A. P. (2019). Impactos sociales, ambientales y económicos a través de la producción, comercialización y exportación de aguacate Hass.
- Coello Cullizpuma, A. F. (2017). Estudio de las distintas variedades locales de *Persea americana* Mill. para la obtención de aceite alimenticio (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Enríquez, A., & Vanessa, C. (2018). *Estudio de factibilidad para la comercialización internacional de Aguacate de la Asociación de productores y comercializadores de productos agrícolas 28 de abril, ASOGRADEL, de la provincia de Imbabura* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI).
- Fakayode, S., Omotesho, A., Tosho, B., Ajayi, D. (2008). An economic survey of rural infrastructures and agricultural productivity profiles in Nigeria. *European Journal of Social Sciences*. Volume 7, number 2: 144 – 157.
- Giraldo, N., Valencia, L., Osorio, A. (2015). Caracterización socioeconómica de la producción de aguacate en uno de los municipios no certificados del Departamento de Risaralda (Belén de Umbría). Universidad Tecnológica de Pereira. p. 105
- Gómez, C. (2010), *Caracterización del sistema de producción de aguacate en las cuencas altas de la presa de Sabana Yegua, Azua, República Dominicana*. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Administración de Agronegocios. Escuela Panamericana Zamorano. p. 59.
- INEC (2021). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INIAP (2017). Productores de Pichincha e Imbabura recibieron plantas de aguacate de alta calidad por parte de INIAP Y KOPIA Ecuador. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones y Agropecuarias: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-promueve-la-produccion-de-plantas-de-aguacate-de-alta-calidad/>
- López Cruz, L. M. (2018). *Diseño de un plan de negocios para la producción, distribución y comercialización de aguacate hass a Estados Unidos* (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
- Maina, J., Mbutina, O., Ngugi, J., Omolo, B., Orina, P., Wangia, S... (2014). Influence of social economic factors, gender, and the Fish Farming Enterprise and Productivity Project on fish farming practices in Kenya. *Livestock Research for Rural Development* 26 (2): 1-9.
- Porrás Villafuerte, J. I. (2019). Plan de negocios para la creación de una empresa exportadora de aguacate variedad Hass hacia el mercado holandés (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- Prada, M. C. M., Márquez, U. N. H., Ricardo, J. A. P., & Ortega, C. A. B. (2015). Estrategias de distribución de la cadena productiva del Aguacate en los Montes de María. *Perspectiva Socioeconómica*, 1(2), 105-118.
- Sánchez, Y., Restrepo, F. (2016). Modelo de estimación en el uso de bioinsumos en la producción de aguacate Hass (*Persea americana* Mills) en el oriente antioqueño. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*. Vol 5: 1: 10-24.
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2018). Reporte de importación y exportación del aguacate. SIPA. Ecuador.
- Sotomayor, A., Gonzáles, A., Cho, K. J., Villavicencio, A., Jackson, T., & Viera, W. (2019). Effect of the application of microorganisms on the nutrient absorption in avocado (*Persea americana* Mill.) seedlings. *한국국제농업개발학회지*, 31(1), 17-24.

Viera, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana Mill*) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. INIAP. Revista Científica y Tecnológica UPSE, Vol III, N. 3, Pag 1-9.

Anexos:

Anexo 10. Realización de las encuestas con productores de Imbabura y Pichincha



Fig 99. Productores de Puéllaro

Fuente: D. Valencia



Fig 100. Productores de Imantag

Fuente: D. Valencia



Fig 101. Coordinación con productores

Fuente: D. Valencia



Fig 102. Productores de Atahualpa

Fuente: D. Valencia



Fig 103. Productores de Cotacachi
Fuente: D. Valencia



Fig 104. Productores de Perucho
Fuente: D. Valencia



Fig 105. Productores Pimampiro
Fuente: D. Valencia



Fig 106. Productores de San José de Minas
Fuente: D. Valencia

Actividad 9. Transferencia de tecnologías amigables con el medio ambiente para incrementar la productividad de aguacate en el Ecuador.

Responsable: Ing. Juan Pablo Gaona Gonzaga.

Colaboradores: Ing. Pablo Viteri, Ing. Andrea Sotomayor, Ing. William Viera, Agr. Milton Hinojosa, Manuel Posso, Maria Nieto, Vinicio Ayala.

Antecedentes:

Actualmente, el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.), se está promocionando por su gran potencial de producción y aceptación en el mercado local e internacional. En Ecuador existen alrededor de 7000 ha de aguacate, constituidas en un 90% por la variedad Fuerte y el resto por la variedad Hass. Tradicionalmente, el agricultor no le ha dado un manejo agronómico adecuado a este cultivo, por lo que tiene bajos rendimientos y el manejo de la planta ha sido difícil debido a la falta de poda que permite controlar la altura del árbol y además no tienen gestión de la fertilización. El Programa de Fruticultura del INIAP ha generado tecnologías amigables con el medio ambiente y amigables con los agricultores que mejoran la productividad de los cultivos; Entre estos podemos mencionar la fertilización fraccionada, el manejo del agua, la poda y el uso de microorganismos (*Trichoderma*). Este proyecto permitirá difundir la tecnología generada en el aguacate a los pequeños y medianos productores de esta fruta con el objetivo de adoptar estas tecnologías desarrolladas y así incidir positivamente en la producción y los ingresos del agricultor. Se generará conocimiento a través de parcelas experimentales que corroborarán el efecto positivo de las prácticas mencionadas para incrementar la productividad de los cultivos. Finalmente, habrá orientación técnica sobre manejo de cultivo para 500 productores de aguacate.

Objetivo:

Llegar a los agricultores dentro del área del proyecto sobre el uso de tecnología como capacitación en línea, así como en casa (Finca Experimental Tumbaco - INIAP) y jornadas de campo en las parcelas de campo implementadas con los agricultores.

Metodología:

02-01-2020-Proyecto KOPIA

El proyecto abarca las zonas de Pichincha e Imbabura dedicadas al cultivo de aguacate, en cada zona se han implementado parcelas demostrativas donde los productores puedan evidenciar las técnicas que se viene trabajando, para esto se realizan charlas y días de campos en las parcelas demostrativas y experimentales capacitando a los productores sobre temas de producción de plantas, riego, fertirriego, poda y uso de microorganismos.

Resultados y discusión:

Parcelas experimentales

En la tabla 83, se muestra el área de las parcelas experimentales que se han desarrollado en la Granja Experimental Tumbaco, dentro de estas parcelas tenemos: “Uso de microorganismos y fertirriego” y “Uso de inyecciones nutritivas en aguacate para aumentar la productividad”

Tabla 83. Parcelas experimentales Implementadas en la Granja Experimental Tumbaco.

Provincia	Cantón	Localidad	Área m ²	cultivos/Varietades
Pichincha	Quito	Tumbaco	2700	Aguacate Hass
Pichincha	Quito	Tumbaco	3000	Aguacate Hass y Fuerte

En las parcelas experimentales se está evaluando el rendimiento por planta frente al uso de estas tecnologías benéficas, cuentan con sistema de riego por goteo y se han realizado podas previas.

Parcelas demostrativas.

Se han implementado parcelas demostrativas en las parroquias centro-norte de Pichincha y también se implementaron en Imbabura (Tabla 84), estas parcelas han servido como centro de capacitación donde los productores puedan asistir a capacitarse sobre el uso de tecnologías amigables con el medioambiente (poda, fertirriego y uso de microorganismo) para la producción de aguacate en el Ecuador.

Tabla 84: Parcelas demostrativas implementadas en las provincias de Pichincha e Imbabura.

Provincia	Cantón	Localidad	Área m ²	cultivos/Varietades
Pichincha	Quito	Quinche	3500	Hass
Pichincha	Quito	Alchipichi	2500	Fuerte
Pichincha	Quito	Cerro la Luz	2000	Fuerte y Hass
Pichincha	Quito	Ambuela	3000	Fuerte
Pichincha	Quito	Atahualpa	5000	Fuerte
Pichincha	Quito	San José de Minas	3500	Fuerte
Imbabura	Cotacachi	Imantag	3000	Fuerte
Imbabura	San Miguel de Urququi	Granja Yachay INIAP	20000	Nacional
Imbabura	San Miguel de Urququi	Juncal	15000	Fuerte

Los productores han podido observar el efecto de un adecuado manejo del cultivo de aguacate, sirviendo estas parcelas para que más productores se capaciten en poda, fertilización, uso de microorganismos y fertirrigación logrando aproximadamente 2 hectáreas de parcelas demostrativas implementadas en pichincha y 3.8 hectáreas en Imbabura.

Personas Capacitadas.

Se ha realizado capacitaciones permanentes logrando un total aproximado de 250 productores capacitados en este ámbito (Tabla 85). En las visitas y capacitaciones realizadas en las parcelas demostrativas y dentro de la Granja Tumbaco, se ha demostrado el deseo de aprender y la apertura de los productores hacia el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente.

Tabla 85: Número de personas capacitadas.

Localidad	Personas capacitadas	
	Mujeres	Hombres
Tumbaco	38	50
Parroquias nor-centrales	17	20
Imbabura	37	83
Total	92	153

En cada capacitación existe la acogida por parte de los productores hacia el cultivo y las nuevas tecnologías utilizadas para incrementar los rendimientos y mejorar los ingresos de los productores.

Días de campo.

Se han realizado 3 días de campo en la localidad de Atahualpa en Pichincha y en la Granja Yachay y El Juncal en Imbabura, en el día de campo se abordó temas como: Fertirriego, poda, uso de microorganismos y producción de plantas, cada evento conto con productores dedicados a esta actividad y pudieron conocer la importancia del uso de estos microorganismos (Tabla 86).

Tabla 86. Días de campo realizados.

Localidad	Personas capacitadas	
	Mujeres	Hombres
Tumbaco	15	27
Atahualpa	13	14
Granja Yachay	15	30
El Juncal	22	53

Los días de campo han servido para llegar a los productores dedicados al cultivo de aguacate y cumplir con los objetivos del proyecto alcanzando una mayor difusión de los resultados y llegando al mayor número de productores.

Anexos:

Anexo 11. Implementación de parcelas demostrativas.



Figura 107. Sistema de riego y fertilización implementados en parcelas

Fuente: P. Gaona



Fig. 108. Practica de poda

Fuente: P. Gaona



Fig. 109: Planta podada

Fuente: P. Gaona



Fig. 110. Inoculación de trichoderma

Fuente: P. Gaona



Fig. 111. Inoculación de micorrizas

Fuente: P. Gaona



Fig. 112. Capacitación en parcelas experimentales.

Fuente: P. Gaona



Fig. 113. uso de microorganismos

Fuente: P. Gaona



Fig. 114. Inoculación de microorganismos

Fuente: P. Gaona

Anexo 12. Temas abordados en días de campo



Fig. 115. Evapotranspiración

Fuente: P. Gaona



Fig. 116. Poda de aguacate.

Fuente: P. Gaona



Fig. 117. Uso de microorganismos

Fuente: P. Gaona



Fig. 118. Clausura del evento.

Fuente: P. Gaona

Hito: Plantas y frutas producidas

Actividad 10. Producción de plantas y kilogramos de fruta

Responsable: Pablo Viteri, Manuel Posso

Colaboradores: Andrea Sotomayor, Nelson Putacuar.

Antecedentes:

El proyecto se ejecuta en la Granja Experimental Tumbaco del Programa de Fruticultura del INIAP. Las actividades del proyecto se iniciaron en el año 2000, teniendo en la actualidad una duración de 21 años. La producción de plantas es importante ya que permite un contacto permanente entre los productores y público en general con el INIAP, además facilita la promoción de las nuevas variedades que se generan y la visita de diferentes grupos organizados de productores para conocer y capacitarse en la producción de plantas.

La Granja Tumbaco por su ubicación privilegiada tiene el potencial para la producción de una diversidad de frutales como: aguacate, cítricos, chirimoya y durazno. Dado este potencial de producción, la Granja Experimental Tumbaco, mantiene varios huertos del banco de germoplasma *in vivo*, como también donde se realiza ensayos de investigación, la fruta cosechada es vendida con el fin de generar recursos que contribuyan a financiar los servicios básicos y el manejo de estos. Además, los huertos permiten realizar observaciones y demostraciones a los grupos de estudiantes, productores y técnicos que permanentemente visitan la Institución.

Objetivo:

Producir plantas y frutos de calidad para la comercialización a precios razonables y generar ingresos económicos para la institución.

Metodología:

Para la producción de plantas y frutos en primer lugar se realizó una planificación anual en la que se determinó la especie, cantidad e ingresos a generarse. Adicionalmente, se realizó el presupuesto y se definieron las adquisiciones de materiales como patrones y ramillas para la injertación. La producción de plantas se basó en los ciclos de producción de cada especie de tal forma poder alcanzar las metas de producción establecidas anualmente.

La producción de fruta, de igual manera, está basada en los ciclos de producción de los huertos establecidos, procurando ampliar la producción durante el mayor tiempo posible mediante el empleo de la producción forzada en los frutales de hoja caduca y aprovechar la amplia variabilidad genética en el caso de las especies de hoja perenne.

Resultados:

En el presente año se comercializaron 19628 plantas, generando un ingreso 49 285,61 USD (Tabla 87).



Tabla 87. Producción de plantas e ingresos obtenidos en la Granja Experimental Tumbaco 2021.

Especie (rubro)	Variedad	Plantas vendidas	Total USD \$
Aguacate	Fuerte	1887	7510,26
Aguacate	Hass	4760	18944,80
Café	Caturra	5	10,00
Chirimoya	Cumbe	252	819,00
Durazno	Diamante	723	2349,75
Granadilla	Colombiana	2517	1761,90
Guayaba	Sp	3	6,00
Higo	Sp	610	1220,00
Lima	Sp	5	16,25
Limón	Meyer	1216	3952,00
Mandarina	Sp	803	2609,75
Mora	Castilla	1986	2979,00
Mora	Andimora	260	520,00
Naranja	Tangelo	5	16,25
Naranja	Washington	1016	3302,00
Taxo	Castilla	150	97,50
Tomate de árbol	Gigante anaranjado semilla	907	589,55
Uva	Seedlees	509	1272,50
Uvilla	Colombiana	2014	1309,10
Total		19628	49285,61

En el año 2021 se produjeron 17 274 kg generando ingresos de 12 040,40 USD (Tabla 88).

Tabla 88. Producción de fruta e ingresos obtenidos en la Granja Experimental Tumbaco

Especie	Unidad	Cantidad	Total USD
Aguacate	Kilogramo	5460	3822,00
Chirimoya	Kilogramo	2463	2969,10
Durazno	Kilogramo	5986	3931,20
Limón	Kilogramo	1822	546,60
Mandarina	Kilogramo	1543	771,50
Total		17274	12040,40

Conclusión:

En el año 2021 se han producido ingresos totales por la venta de plantas, frutas y abono por 61816.01 USD con una asignación presupuestaria para el proceso de producción de 30247,59 USD.

Recomendaciones:

- Agilizar los procesos de adquisición de insumos y material vegetal con la finalidad de cumplir con el gasto presupuestario programado y cumplimiento de las metas de producción propuestas.
- Mantener el presupuesto asignado al inicio del año, debido a que los recortes presupuestarios afectan directamente el proceso de producción.