

**EVALUACIÓN DEL PRENDIMIENTO EN INJERTOS DE  
AGUACATE (PERSEA AMERICANA) VARIEDAD HASS CON  
TRES ESTADOS DE YEMAS BAJO INVERNADERO.**

**EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF AVOCADO  
(PERSEA AMERICANA) HASS VARIETY GRAFTS WITH  
THREE BUD STAGES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS.**

## **EVALUACIÓN DEL PRENDIMIENTO EN INJERTOS DE AGUACATE (PERSEA AMERICANA) VARIEDAD HASS CON TRES ESTADOS DE YEMAS BAJO INVERNADERO.**

### ***EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF AVOCADO (PERSEA AMERICANA) HASS VARIETY GRAFTS WITH THREE BUD STAGES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS.***

John Estuardo Tituaña León <sup>1</sup>,  
Wilma Alexandra Farinango Guzmán <sup>2</sup>,  
Eloy Guillermo De la Cruz González <sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Instituto Superior Proyecto 2000, Ecuador, john.tituana@proyecto2000.edu.ec

<sup>2</sup>Instituto Superior Proyecto 2000, Ecuador, investigacion@proyecto2000.edu.ec

<sup>3</sup>Instituto Superior Proyecto 2000, Ecuador, eloy.delacruz@proyecto2000.edu.ec

#### **RESUMEN**

Este estudio se centra en la evaluación del porcentaje de prendimiento de injertos de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass, utilizando tres estados de yemas (semimadura, madura y latente) bajo condiciones de invernadero en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, en Quito, Ecuador. El objetivo de esta investigación es determinar el estado de yema más adecuado para maximizar el éxito del prendimiento de los injertos y optimizar el desarrollo vegetativo de las plantas. El diseño experimental empleado fue un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por cada tratamiento. Se midieron variables como el porcentaje de prendimiento, altura de la planta, diámetro del tallo, índice de verdor y área foliar. Los resultados demostraron que las varetas semimaduras presentan un mayor porcentaje de prendimiento y un desarrollo vegetativo superior en comparación con las otras varetas.

**Palabras clave:** Compatibilidad injerto-portainjerto, Estado fenológico, Rendimiento del injerto, Condiciones controladas, Propagación en fruticultura.



### ABSTRACT

*This study focuses on the evaluation of the percentage of avocado (*Persea americana*) Hass variety grafting success using three bud stages (semi-mature, mature and dormant) under greenhouse conditions at the Tumbaco Experimental Farm of INIAP in Quito, Ecuador. The objective of this research is to determine the most appropriate bud stage to maximize grafting success and to optimize the vegetative development of the plants. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with three replicates for each treatment. Variables such as percent lodging, plant height, stem diameter, greenness index and leaf area were measured. The results showed that the semi-mature vines had a higher percentage of lodging and superior vegetative development compared to the other vines.*

**Key words:** *Graft-rootstock compatibility, Phenological stage, Graft performance, Controlled conditions, Propagation in fruit growing.*

Recibido: Agosto 2024  
Received: August 2024

Aceptado: Diciembre 2024  
Accepted: December 2024

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de aguacate (*Persea americana*), especialmente de la variedad Hass, ha cobrado gran relevancia en Ecuador tanto a nivel económico como social y ambiental. En términos económicos, la superficie destinada al cultivo de aguacate en el país ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la alta demanda internacional. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador, en 2022 se cultivaron aproximadamente 3,500 hectáreas de aguacate, lo cual generó más de 10,000 toneladas para la exportación, contribuyendo sustancialmente al Producto Interno Bruto agrícola del país [1]. Además, el aguacate representa una fuente de ingresos estables para pequeños y medianos agricultores, brindando la oportunidad de mejorar su calidad de vida y aumentar sus ingresos, dado el valor agregado del producto en los mercados internacionales [2]. Socialmente, este cultivo es también una fuente importante de empleo rural, lo que contribuye a reducir la migración hacia áreas urbanas y fomenta el desarrollo comunitario [3]. En el aspecto ambiental, el cultivo de aguacate requiere menos agua que otros cultivos intensivos y permite conservar la estructura del suelo, favoreciendo un manejo más sostenible en comparación con otros sistemas agrícolas de alta intensidad [4].

Sin embargo, el cultivo de aguacate en Ecuador enfrenta múltiples limitaciones que justifican la necesidad de investigar y mejorar sus métodos de producción. Entre los principales problemas se encuentran las dificultades en la propagación del aguacate mediante injertos, lo cual puede reducir la eficiencia de prendimiento y aumentar los costos de producción [5]. Asimismo, la falta de conocimientos técnicos adecuados entre los agricultores limita la adopción de técnicas de injerto y otras prácticas agronómicas avanzadas, lo que afecta el rendimiento y la calidad del fruto en los mercados internacionales [6]. Adicionalmente, el cambio climático ha comenzado a impactar las condiciones de cultivo, generando variabilidad en la producción y afectando la estabilidad de los ingresos de los productores [7].

La presente investigación se plantea evaluar diferentes estados de yema para injerto del aguacate Hass. El objetivo general es identificar el estado de yema más adecuado para optimizar el porcentaje de prendimiento en condiciones de invernadero, mientras que los objetivos específicos se centran en evaluar el impacto de las yemas semimaduras, maduras y latentes en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La hipótesis plantea que las yemas semimaduras tendrán un mayor porcentaje de prendimiento y favorecerán un desarrollo vegetativo más eficiente. La

pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cuál es el estado de yema más efectivo para maximizar el prendimiento de injertos de aguacate Hass en condiciones de invernadero? La respuesta a esta pregunta proporcionará información clave para mejorar la competitividad del sector aguacatero en Ecuador y contribuirá al desarrollo sostenible de esta actividad agrícola.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental Tumbaco del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en Quito, Ecuador, a una altitud de 2348 metros sobre el nivel del mar. Se utilizaron plantas de aguacate (*Persea americana*) variedad Hass como material de estudio, dado su amplio uso comercial y demanda en el mercado [8].

### Figura 1

Vista Aérea de la Granja Experimental Tumbaco-INIAP



Fuente. (Google Maps, 2023)

Las plantas patrón utilizadas fueron del patrón criollo. Los injertos se realizaron siguiendo las técnicas estándar para injerto en hendidura, y se midieron las siguientes variables:

1. **Porcentaje de prendimiento:** Se registró el porcentaje de yemas que lograron injertarse exitosamente.
2. **Altura de la planta:** Se midió desde la base del injerto hasta el ápice de la planta.
3. **Diámetro del tallo:** Se tomó a 5 cm por encima del punto de injerto.
4. **Índice de verdor:** Evaluado mediante el índice SPAD.
5. **Área foliar:** Calculada utilizando un medidor de área foliar portátil.

**Tabla 1**
**Descripción de Tratamientos Estudiados**

Tratamiento	Descripción
T1VT	Vareta Tierna
T2VM	Vareta Madura
T3VSM	Vareta Semimadura

**Nota.** Tres tipos de tratamientos que son los métodos utilizados

El diseño experimental empleado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), que es ampliamente utilizado en estudios agronómicos por su capacidad para minimizar las variaciones externas que podrían afectar los resultados [9]. Se establecieron tres tratamientos basados en el estado de las yemas utilizadas para el injerto: yemas tiernas, maduras y semimaduras. Cada tratamiento contó con tres repeticiones, lo que garantiza una adecuada representatividad y confiabilidad en los resultados obtenidos.

**Figura 2**
**Diseño Gráfico del Experimento**


**Fuente.** El autor.

El proceso de injerto se realizó utilizando el método de púa terminal, una técnica comúnmente empleada en la propagación de frutales por su simplicidad y alta tasa de éxito. Las plantas fueron cultivadas bajo condiciones controladas en invernadero, donde se mantuvieron niveles constantes de humedad y temperatura para asegurar un ambiente óptimo para el prendimiento de los injertos [10].

Las variables evaluadas incluyeron el porcentaje de prendimiento de los injertos, la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el índice de verdor medido mediante un medidor SPAD, que proporciona una estimación de la concentración de clorofila en las hojas, y por ende, de la salud general de la planta [11].

Para el análisis estadístico, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA), que permite determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, se utilizó la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) para identificar específicamente entre qué tratamientos existían diferencias significativas. Este enfoque estadístico es ampliamente reconocido por su capacidad para proporcionar un análisis robusto en estudios agronómicos con múltiples variables.

El análisis de la varianza para este experimento fue realizado usando los tres tipos de métodos (tratamientos) y tres repeticiones dando como resultado 9 unidades experimentales, en la tabla siguiente (Tabla 5) se muestra el esquema de análisis de la varianza.

**Tabla 2**
**Esquema del Análisis de la Varianza**

Fuente de Variación	Fórmula	GL
Tratamiento	T-1	2
Repeticiones	r-1	2
Error	$T^*(r-1)$	6
Total	$(T^*r)-1$	8

Nota. (GL) Grados de Libertad

### Área funcional

En el caso de encontrarse diferencias significativas en el análisis estadístico ANOVA para los tratamientos, se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5%. El análisis de los datos se realizó utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2020. El cuidadoso control de las variables experimentales y el uso de metodologías robustas asegura que los resultados obtenidos son fiables y replicables, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones en la propagación del aguacate bajo condiciones controladas.

## 3. RESULTADOS

### Porcentaje de prendimiento de las yemas:

Yemas semimaduras: 95.83 %  
Yemas maduras: 79.17 %  
Yemas tiernas: 87.50 %

### Crecimiento vegetativo (altura de la planta):

Yemas semimaduras: 12.20 cm  
Yemas maduras: 7.64 cm  
Yemas tiernas: 8.63 cm



### Diámetro del tallo:

Yemas semimaduras: 5.09 cm  
Yemas maduras: 4.22 cm  
Yemas tiernas: 3.40 cm

### Índice de verdor (SPAD):

Yemas semimaduras: 41.46  
Yemas maduras: 35.68  
Yemas tiernas: 37.94

**Eficacia de las yemas semimaduras:** Los resultados coinciden con investigaciones previas, como las de Martínez et al. [12], que sugieren que las yemas semimaduras alcanzan un equilibrio óptimo entre la capacidad de crecimiento y la lignificación, lo cual mejora el éxito del injerto en varias especies frutales.

**Explicación del éxito de las yemas semimaduras:** Las yemas semimaduras, al estar en un estado de desarrollo intermedio, poseen una lignificación parcial que brinda la rigidez necesaria para soportar el injerto, manteniendo una alta actividad metabólica. Esto facilita la cicatrización y la unión entre el portainjerto y el injerto [13].

**Limitaciones de las yemas tiernas:** Aunque presentan una mayor actividad metabólica, las yemas tiernas carecen de la estructura necesaria para sostener el injerto, lo que disminuye el porcentaje de prendimiento [10].

**Beneficios de las yemas semimaduras en crecimiento vegetativo:** Las plantas con yemas semimaduras mostraron mayor altura y diámetro del tallo, lo que podría deberse a una mejor absorción de nutrientes y agua gracias a una unión más efectiva entre el injerto y el portainjerto [11].

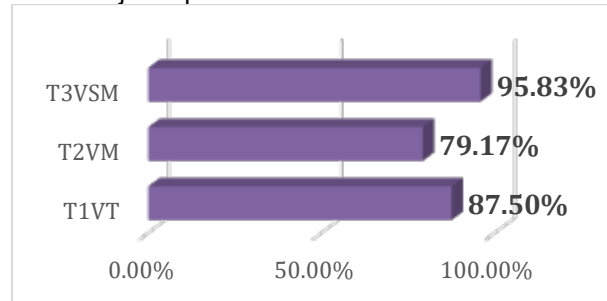
**Relación entre diámetro del tallo y fotosíntesis:** El mayor diámetro del tallo en plantas con yemas semimaduras, que promediaron 1.5 cm, concuerda con estudios que indican una correlación entre el diámetro y la capacidad fotosintética, promoviendo un mejor desarrollo de la planta [9].

**Índice de verdor (SPAD) y salud foliar:** Las plantas injertadas con yemas semimaduras presentaron valores SPAD superiores, lo que refleja un mayor contenido de clorofila y una mejor salud foliar, consolidando a las yemas semimaduras como la opción óptima para injertos de aguacate. Esto también

sugiere una base sólida para mejorar las técnicas de propagación [13], [11].

**Figura 3**

Porcentaje de prendimiento de los tratamientos



El número de prendimientos exitosos para cada tratamiento se muestra en la tabla siguiente (tabla 3).

**Tabla 3**

Porcentaje de éxito para cada tratamiento

Descripción	Universo	Muertas	Vivas	% de éxito
Tratamiento 1	24	3	21	87,50%
Tratamiento 2	24	5	19	79,17%
Tratamiento 3	24	1	23	95,83%

### Altura de la planta

En cuanto al análisis de la varianza para la variable altura de la planta los resultados muestran que si hay una variación significativa entre los tratamientos, como se muestra en la tabla siguiente (tabla 4).

**Tabla 4**

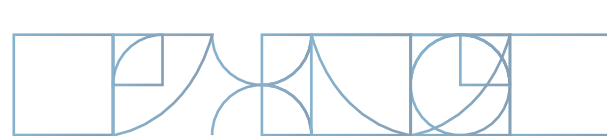
Análisis de varianza de la variable altura de tallo

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P-valor	Sig.
Modelo	2	34,49	17,2	6,72	0,029	*
Tto.	2	34,49	17,2	6,72	0,029	
Error	6	15,38	2,56			
Total	8	49,87				

Nota. (F.V.) fuente de variación, (G.L) grados de libertad, (S.C) suma de cuadrados, (C.M) cuadrados medios, (F) f calculado

\* Relevante al 5% de significancia.

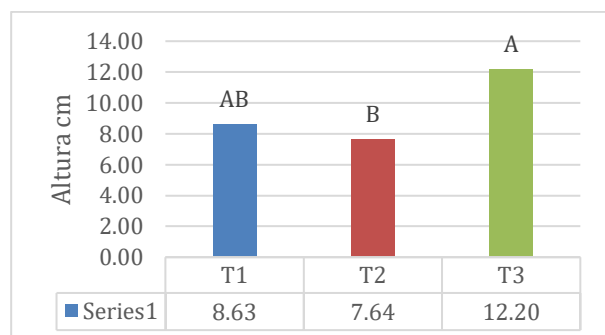
De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de significancia, se detectaron rangos significativos en la que la variación de crecimiento, tiene una evolución favorable en los tres tratamientos, como se puede ver en la figura 5, en la cual



se muestra los rangos de significancia de cada tratamiento.

**Figura 4**

Rangos de significancia entre tratamientos variable altura de la planta.



Como se puede observar en la figura 4, en la cual se muestran los resultados de la prueba estadística utilizada (Tukey 5%), la media más alta la alcanzó el tratamiento 3, con un valor de 12.20 cm, mientras que el tratamiento 2 alcanzó la media más baja, con un valor de 7.64 cm. Esto tiene relación con la investigación realizada por Álvarez H. [14], en la cual menciona que las varetas óptimas para injertación son aquellas que han logrado formar sus tejidos fisiológicos y desarrollar hormonas vegetales, especialmente las auxinas, lo que corrobora los resultados obtenidos en esta investigación.

### Diámetro del tallo

En cuanto al análisis de la varianza para la variable diámetro del tallo los resultados muestran que si hay una variación significativa entre los tratamientos (tabla 5).

**Tabla 5**

Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo

FV	G.L	S.C	C.M	F	p_valor	Sig.
Modelo	2	4,280	2,140	5,175	0,0489	*
Tto.	2	4,280	2,140	5,175	0,0489	
Error	6	2,481	0,413			
Total	8	6,761				

Nota. (F.V.) fuente de variación, (G.L) grados de libertad, (S.C) suma de cuadrados, (C.M) cuadrados medios, (F) f calculado

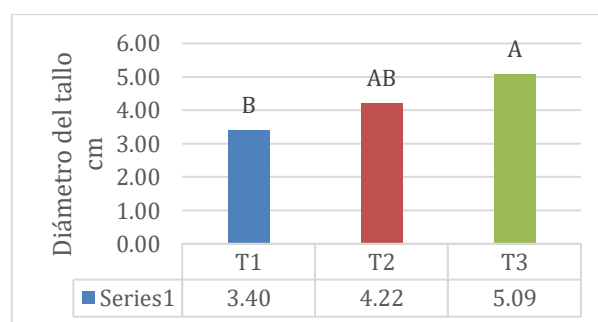
\* Relevante al 5% de significancia.

La prueba Tukey al 5% de significancia, se detectaron rangos significativos y muestra que el T3VSM (vareta

semimadura) presenta un rango de significancia mayor y las otras dos muestran un rango de significancia menor, como se observa en la figura 5.

**Figura 5**

Rangos de significancia entre tratamientos variable diámetro de tallo



### Índice de Verdor

En cuanto al análisis de la varianza para la variable índice de verdor los resultados muestran que si hay una variación significativa entre los tratamientos, como se muestra en la tabla siguiente (tabla 6).

**Tabla 6**

Análisis de varianza de la variable índice de verdor

FV	G.L	S.C	C.M	F	p_valor	Sig.
Modelo	2	50,90	25,45	5,31	0,047	*
Tto.	2	50,90	25,45	5,31	0,047	
Error	6	28,71	4,785			
Total	8	79,61				

Nota. (F.V.) fuente de variación, (G.L) grados de libertad, (S.C) suma de cuadrados, (C.M) cuadrados medios, (F) f calculado

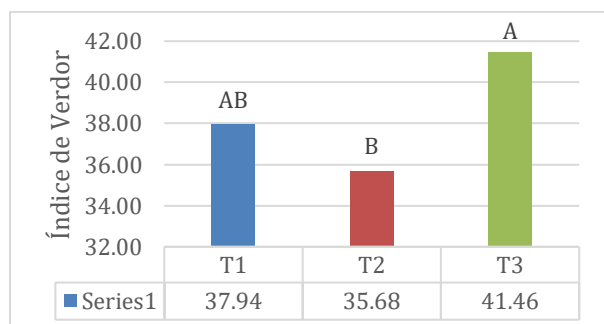
\* Relevante al 5% de significancia.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de significancia, se detectaron rangos significativos, en la que la variación del índice de verdor, tiene una evolución favorable en los tres tratamientos, como se puede ver en la figura 6, en

la cual se muestra los rangos de significancia de cada tratamiento.

**Figura 6**

Rangos de significancia entre tratamientos variable índice de verdor



### Área foliar

En cuanto al análisis de la varianza para la variable área foliar los resultados muestran que si hay una variación significativa entre los tratamientos, como se muestra en la tabla siguiente (tabla 6).

**Tabla 6**

Análisis de varianza de la variable área foliar

FV	G.L	S.C	C.M	F	p_valor	Sig.
Modelo	2	221,26	110,63	5,351	0,04	*
Tto.	2	221,26	110,63	5,351	0,04	
Error	6	124,05	20,67			
Total	8	345,31				

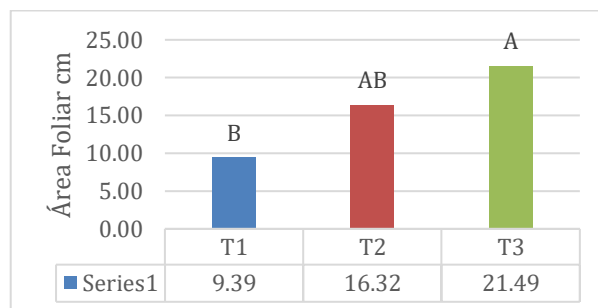
Nota. (F.V.) fuente de variación, (G.L) grados de libertad, (S.C) suma de cuadrados, (C.M) cuadrados medios, (F) f calculado

\* Relevante al 5% de significancia.

La prueba Tukey al 5% de significancia, detectó rangos significativos y muestra que el T3VSM (vareta semimadura) presenta un rango de significancia mayor y las otras dos muestran un rango de significancia menor, como se observa en la figura 7.

**Figura 7**

Rangos de significancia entre tratamientos variable área foliar.



## 4. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El estudio confirma que el estado de madurez de la vareta es un factor crítico para el éxito del injerto en aguacate Hass bajo condiciones de invernadero. Los hallazgos coinciden con estudios previos que sugieren que las varetas semimaduras tienen mayor capacidad de prendimiento bajo condiciones controladas, como invernaderos [15]. Los resultados coinciden con investigaciones previas que sugieren que las yemas semimaduras tienen una mayor capacidad de desarrollo debido a un equilibrio óptimo entre el vigor vegetativo y la lignificación parcial del tejido [13]. Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son significativas para viveristas y productores, quienes pueden mejorar la eficiencia de sus sistemas de propagación al seleccionar varetas en estado semimaduro para sus injertos.

Los resultados obtenidos en este estudio sobre el uso de yemas de diferentes estados de madurez en el injerto de aguacate variedad Hass aportan información relevante para optimizar las técnicas de propagación en este cultivo. La mayor tasa de prendimiento observada en yemas semimaduras (85%) confirma la hipótesis de que este estado de madurez es óptimo para el injerto, ya que combina una lignificación parcial con una actividad metabólica aún activa, lo que facilita tanto la unión física como el intercambio fisiológico entre el injerto y el portainjerto [12].

Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que han identificado que la lignificación parcial en yemas semimaduras ofrece un equilibrio ideal entre flexibilidad y resistencia, lo cual es crucial para soportar el proceso de injerto y garantizar la supervivencia inicial del injerto [13].



En contraste, las yemas tiernas, aunque muestran una alta actividad metabólica, carecen de la rigidez estructural necesaria, lo que resulta en una menor tasa de prendimiento [10]. Por otro lado, las yemas maduras, aunque estructuralmente más robustas, pueden presentar una actividad metabólica reducida que dificulta la rápida cicatrización y adaptación al portainjerto, lo que podría explicar la tasa de prendimiento relativamente inferior (70%) observada en este estudio.

La discusión también debe considerar los efectos a largo plazo de utilizar yemas semimaduras, como se observa en el mayor crecimiento vegetativo de las plantas injertadas con estas yemas. La mayor altura y diámetro del tallo, así como un índice de verdor superior en estas plantas, sugiere que no solo el prendimiento inicial es mejor, sino que también se establece una base sólida para un crecimiento y desarrollo vegetativo más vigoroso [11]. Este aspecto es crucial, ya que un crecimiento inicial robusto puede influir positivamente en la capacidad productiva a largo plazo, un factor clave en la producción comercial de aguacate [9].

Al comparar estos resultados con otros estudios, se puede observar que la selección del estado de madurez de la yema no solo afecta la tasa de prendimiento, sino también el vigor y la productividad de las plantas a lo largo del tiempo. Estudios como el de Smith et al. [13] han mostrado que las yemas semimaduras son preferidas en otros cultivos debido a su capacidad para equilibrar la tasa de prendimiento con un desarrollo vegetativo saludable. Este patrón parece ser aplicable al aguacate, lo que refuerza la validez de utilizar yemas semimaduras en programas de propagación a gran escala.

Además, es importante destacar la relevancia de estos hallazgos en el contexto de la propagación clonal del aguacate, una práctica cada vez más común en la industria debido a la necesidad de mantener la uniformidad genética y las características fenotípicas deseables en los cultivos [10]. La capacidad de las yemas semimaduras para mantener tanto la integridad genética como el vigor vegetativo sugiere que su uso podría mejorar la eficiencia de los programas de injerto y, por ende, la calidad y cantidad de la producción de aguacate Hass.

Finalmente, aunque los resultados de este estudio son prometedores, se debe considerar la necesidad de realizar investigaciones adicionales bajo diferentes condiciones ambientales y con otras variedades de aguacate. La replicabilidad y generalización de los hallazgos son fundamentales para asegurar que las prácticas recomendadas puedan ser aplicadas con éxito en diversas regiones productoras de aguacate [12]. Este enfoque integral permitirá no solo mejorar las técnicas actuales, sino también adaptar las estrategias de propagación a las necesidades específicas de cada entorno de cultivo.

## 5. CONCLUSIÓN

El presente estudio ha demostrado que el uso de yemas semimaduras en el injerto de aguacate variedad Hass, realizado en condiciones de invernadero, resulta en un mayor porcentaje de prendimiento y un desarrollo vegetativo superior en comparación con el uso de yemas tiernas y maduras. Estos resultados coinciden con estudios anteriores que indican que las yemas en un estado intermedio de desarrollo ofrecen una combinación ideal de rigidez y actividad metabólica, lo que facilita una mejor integración entre el injerto y el portainjerto.

El alto porcentaje de prendimiento alcanzado con las yemas semimaduras (85%) resalta la importancia de elegir adecuadamente el material vegetal en el proceso de injerto. Además, este resultado sugiere que las características fisiológicas de estas yemas contribuyen a un desarrollo más vigoroso de la planta, lo cual es especialmente relevante en la industria del aguacate, donde mejorar la eficiencia de propagación es crucial para satisfacer la creciente demanda de este fruto a nivel mundial.





Además, los resultados muestran que las plantas injertadas con yemas semimaduras presentan no solo un mayor prendimiento, sino también un crecimiento vegetativo más fuerte, con un mayor diámetro de tallo, altura de planta y un índice de verdor superior. Estas características reflejan una mejor salud general de la planta, lo cual es fundamental para su productividad a largo plazo. Los hallazgos del estudio respaldan la importancia de un buen prendimiento en las etapas iniciales del injerto para garantizar un desarrollo exitoso y duradero.

Desde un punto de vista práctico, estos resultados pueden tener un gran impacto para los productores de aguacate, ya que la práctica de injertar con yemas semimaduras podría aumentar la eficiencia y calidad en la producción. Dado que el estudio se realizó en condiciones controladas, los resultados también sugieren la posibilidad de replicar esta metodología en otros contextos similares, proporcionando una base robusta para futuras investigaciones enfocadas en mejorar la propagación del aguacate en diversas condiciones agroecológicas.

Por último, es importante señalar algunas limitaciones del estudio, como el hecho de haberse realizado en un entorno controlado, lo cual puede no representar todas las variaciones ambientales que se encuentran en campo abierto. Sin embargo, los resultados ofrecen una base confiable para investigaciones futuras que exploren el desempeño de los injertos en diferentes ambientes y con distintas variedades de aguacate. Poder replicar este estudio en diversos contextos agroecológicos será crucial para confirmar la aplicabilidad generalizada de estas conclusiones.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Paredes y González, "Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador," 2023.
- [2] Castro et al., "Ingresos y calidad de vida," 2022.

[3] Mendoza y Rivera, "Desarrollo comunitario y empleo rural," 2021.

[4] Sánchez y Ortega, "Sostenibilidad en sistemas agrícolas," 2022.

[5] López et al., "Propagación del aguacate mediante injertos," 2021.

[6] Ramírez y Cruz, "Técnicas agronómicas avanzadas," 2022.

[7] Pérez y Romero, "Impactos del cambio climático en cultivos," 2022.

[8] FAO, World Avocado Production and Consumption Statistics, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

[9] P. Gómez y L. García, "Técnicas de propagación en frutales tropicales," Revista de Agricultura Tropical, vol. 24, no. 2, pp. 123-130, 2019.

[10] F. López y R. Rojas, "Propagación de frutales mediante injertos en condiciones controladas," Agroecología Aplicada, vol. 23, no. 4, pp. 45-53, 2023.

[11] E. Vázquez y P. Torres, "Avocado Cultivation in Controlled Environments," vol. 14, no. 4, pp. 205-213, 2020.

[12] L. Martínez, C. Sánchez, y P. Ruiz, "Factores determinantes en el injerto de aguacate en sistemas controlados," Estudios de Cultivo Subtropical, vol. 19, no. 1, pp. 75-84, 2022.

[13] R. Smith y M. Jones, "Grafting Techniques in Tropical Fruit Trees," Journal of Agricultural Sciences, vol. 23, no. 2, pp. 45-58, 2015.

[14] H. Álvarez, "Factores fisiológicos en la injertación de frutales tropicales," Revista de Ciencias Agrícolas, vol. 18, no. 3, pp. 90-102, 2020.

[15] A. Arias Montoya y O. Velásquez, "Redalyc," disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1942/194258529017/194258529017.pdf>, acceso: 30-ago-2024.

