

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN -
HUANUCO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGRONÓMICA



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN LA
GERMINACIÓN DE VARIEDADES DE PALTO (*Persea americana*
Mill.) EN CONDICIONES DE VIVERO DEL INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN FRUTÍCOLA OLERÍCOLA - UNHEVAL -
CAYHUAYNA - HUANUCO - 2016**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

Bach. MAURICIO MORALES, Octavio Abimael
Bach. PEREZ ESPINOZA, Vlademir Lenin
Bach. TACUCHE MEZA, Alex Benjamin

HUÁNUCO – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a nuestros padres y hermanos, quienes nos apoyaron todo el tiempo.

A nuestros maestros quienes nunca desistieron al enseñarnos.

A todos los que nos apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes les debemos por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nuestro agradecimiento a Dios por permitirnos existir y cumplir con esta meta.

A nuestra ALMA MATER, LA UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN, por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

Nuestro eterno agradecimiento a los docentes que contribuyeron durante nuestra carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a nuestra formación.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas. Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y en nuestros corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones. Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del ácido giberélico en variedades de palto (*Persea americana*), el presente trabajo se realizó bajo las condiciones de vivero, en el distrito de Pillcomarca, Huánuco. El diseño experimental fue de Diseño Completamente al Azar (DCA), con arreglo factorial de 3x4x3. El trabajo se desarrolló en las instalaciones el vivero del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO) Los tratamientos fueron: variedades de palto Duke 7 (A1), Bacon (A2) y Mexicano (A3), las dosis de ácido giberélico 0 ppm (B0), 200 ppm (B1), 400 ppm (B2) y 600 ppm (B3). Se evaluó el porcentaje de germinación y el desarrollo radicular (longitud, volumen y peso de raíz). Las evaluaciones se hicieron para la germinación a los 15 y 21 días después de la siembra (DDS), y para desarrollo radicular a los 10, 20 y 30 días después de la germinación (DDG). Para determinar el peso y volumen de raíz las mediciones se realizaron en Laboratorio. Respecto al porcentaje de germinación la variedad de palto Bacon + 400 ppm es el que obtuvo un 97.25% de germinación a los 15 DDS, y las demás interacciones variedades obtuvieron el entre el 95.00 y 100.00% a los 21 DDS. En cuanto al desarrollo radicular, la variedad Bacon y la dosis de 400 ppm fueron los que mejor comportamiento tuvieron a los 10, 20 y 30 DDG en la longitud, volumen y peso de raíz.

Palabras clave: dosis, raíz, semilla, siembra.

ABSTRACT

With the objective of evaluate the effect of the application of the acid gibberellic varieties of avocado (*Persea American*), the present work is performed under them conditions of Cayhuayna of the District of Pillcomarca, Huánuco. The experimental design was of completely the random (DCA), with 3 x 4 x 3 factorial arrangement. The work was developed in facilities the nursery of the Research Institute fruit Olericola (IIFO) the treatments were: varieties of avocado Duke 7 (A1), Bacon (A2) and Mexican (A3), doses of gibberellic acid 0 ppm (B0), 200 ppm (B1), 400 ppm (B2) and 600 ppm (B3). The percentage of germination and root development (length, volume and weight of root) were evaluated. Assessments were made for the germination at 15 to 21 days after sowing (DAS), and root development at the 10, 20 and 30 days, DDG. To determine the weight and volume of root measurements were performed in the laboratory. As regards the percentage of germination it variety of avocado Bacon + 400 ppm is that obtained a 97.25% of germination to them 15 DDS, and them others interactions varieties obtained the between the 95.00 and 100.00% to them 21 DDS. As regards the development root, the variety Bacon and the dose of 400 ppm were which better behavior had to them 10, 20 and 30 DDG in the length, volume and weight of root.

Key words: dose, root, seed, planting

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE.....	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Fundamentación teórica	5
2.1.1. Origen	5
2.1.2. Clasificación taxonomica.....	5
2.1.3. Características de la planta.....	6
2.1.4. Exigencias edafo-climaticas del palto	6
2.1.5. Variedades de palto	9
2.1.6. Las giberelinas (AG ₃).....	10
2.1.7. Germinación de las semillas	13
2.1.8. Crecimiento vegetativo	17
2.2. Antecedentes	20
2.2. Hipótesis.....	23
2.2. Variables	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Lugar de ejecución.....	25
3.2. Tipo y nivel de investigación.....	26
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	26

3.4. Tratamientos en estudio	27
3.5. Prueba de hipótesis	27
3.6. Materiales y equipos.....	35
3.7. Conducción del experimento	35
IV. RESULTADOS	38
4.1. Porcentaje de germinación.....	38
4.2. Desarrollo radicular	45
4.2.1. Longitud de raíz.....	45
4.2.2. Volumen de raíz.....	53
4.2.3. Peso de raíz.....	64
V. DISCUSIÓN	73
5.1. Porcentaje de germinación.....	73
5.2. Desarrollo radicular	74
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	78
LITERATURA CITADA	79
ANEXOS.....	84

I. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) se cultiva en numerosas regiones tropicales y subtropicales del mundo (Herrera y Narrea, 2011); originario del continente Americano; se considera que la especie que dio origen al palto proviene de la zona montañosa situada al occidente de México y Guatemala. Su distribución natural va desde de México, pasando por Centro América, las Islas Antillas y parte de América del Sur (Colombia, Venezuela, Ecuador hasta Perú) (Bernal y Díaz, 2008; y Quispe *et al.*, 2010); por lo que posee alta variabilidad y adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas (Baíza, 2003).

La producción de palto en el año 2012 fue de 4´470 018,28 toneladas. Los principales países productores de palto son: México (29,44%), Indonesia (6,58%), República Dominicana (6,48%), E.E.U.U. (5,48%), Colombia (4,90%), Perú (4,88%), Kenia (4,17%), Chile (3,579%), Brasil (3,577%), China (2,46%) y Ruanda (2,24 %) (FAOSTAT, 2014).

En el Perú, el cultivo se centraliza en las regiones de la Costa, los valles interandinos y la selva alta, principalmente en Junín, Lima, San Martín, Huánuco y Cusco. El área nacional destinada al cultivo de palta es de aproximadamente 12 mil hectáreas, de las cuales cerca de 2,2 mil son de la variedad Hass y 3 mil de la variedad Fuerte (Gobierno Regional de Moquegua, 2012). Los principales productores de palto son: Junín (32,90%), Lima (26,10%), La Libertad (14,00%), Cajamarca (13,00%), Ica (6,00%) y otras regiones (8,00%) (Daga, 2012).

La producción se orienta principalmente al mercado interno en Tumbes, Piura, Cajamarca, San Martín, La Libertad, Huánuco, Pasco, Moquegua, Madre de Dios, Arequipa, Cuzco y Puno; evidenciando un desarrollo incipiente de la actividad exportadora. La producción por regiones es heterogénea por lo que se genera una fuerte competencia interna (Gobierno Regional de Moquegua, 2012 y Daga, 2012). Las principales variedades de palto cultivadas en el Perú son Fuerte, Hass, Bacon. Nabal, Zutano, Ettinger y las utilizadas como portainjertos son Duke 7, Barr Duke, Topa – Topa, Ashdot, Degania y Maoz (sin – VC 43) (Yauri, 2010).

En Huánuco, el cultivo de palto es poco difundido a pesar de tener las condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo del cultivo, la producción regional se concentra en las provincias de Pachitea (43,89%), Huánuco (23,25%), Leoncio Prado (16,10%), Puerto Inca (14,30%), Ambo (1,36%) y Huamalíes (1,11%) en la campaña 2011 – 2012. (Dirección Regional de Agricultura Huánuco, 2014).

El sistema tradicional de propagación de paltos, se basa en la propagación sexual (semilla) y asexual (injertos, acodos y estacas) (Bernal y Díaz, 2008, Yauri, 2010; y Centro Ecueménico de Promoción y Acción Social Norte - CEDEPAS, 2010), sin embargo, para la obtención de plantas patrones o nodrizas se requiere el uso de la propagación sexual, ya que el palto se caracteriza por carecer de embrionía nucelar, lo que no permite obtener material genético uniforme (Bernal y Díaz, 2008). La germinación de las semillas de palto es variable, entre 15 a 20 días (Yauri, 2010) y entre 20 a 25 días (Bernal y Díaz, 2008).

La semilla del palto es delicada y su poder germinativo dura poco tiempo (Meléndez, 1969), por el que se requiere el uso de tratamientos a la semilla como, la remoción de la cubierta o tegumento (Yauri, 2010), el corte de la parte apical (González, 2011), la sumersión en agua caliente a 50 °C (Samson, 1991); de modo que estos tratamientos no otorgan las potencialidades para que se acorte el proceso de germinación de las semillas de palto.

En vista de ello, con la finalidad de acelerar el proceso de germinación de la semilla y producir plántulas en menor tiempo, en la búsqueda de opciones para su producción, se ha recurrido a usar los reguladores de crecimiento, como el ácido giberélico, que estimula la germinación de ciertas especies de semillas que están en dormancia, aumentan la velocidad de germinación y activa el crecimiento de las plántulas (Weber, 1975).

Por lo tanto, es de gran importancia realizar investigaciones apoyándose en técnicas pre germinativas ya que a nivel nacional la investigación científica sobre la dormancia de la semilla de esta especie es escasa.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las dosis de ácido giberélico en la germinación de variedades de palto (*Persea americana* Mill.) en condiciones de vivero del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL - Cayhuayna - Huánuco - 2016.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de las dosis de ácido giberélico en el porcentaje de germinación de las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano.
2. Determinar la influencia de la dosis de ácido giberélico en el desarrollo radicular de las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

2.1.1. Origen

El cultivo de palto (*Persea americana* Mill), es nativo de América, se originó en las partes altas del centro este de México y Centro América, extendiéndose hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. La variedad Hass fue obtenida a través de una rigurosa selección de la raza Guatemalteca desarrollada en California por don Rudolph G. Hass en 1926 y patentada en 1935.

2.1.2. Clasificación Taxonómica

Bernal y Díaz, (2008) coinciden y clasifican a la palta (*Persea americana* Mill.) de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Tracheobionta
Filo	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Subclase	:	Magnoliidae
Orden	:	Lurales
Familia	:	Lauraceae
Género	:	Persea
Especie	:	<i>Persea americana</i> Mill

2.1.3. Características de la planta

Gardiazabal (2008), sostiene que el sistema radicular es imperfecto en cuanto a la absorción del agua. A pesar que puede extenderse hasta los 120 a 150 cm de profundidad, la mayor cantidad de raíces absorbentes están ubicadas entre los 0 a 60 cm.

Las ramas son abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, las flores son hermafroditas, simétricas, de color verde amarillento. Las hojas son simples y enteras, presentan un color rojizo y al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas, y de un verde intenso. El fruto es una baya carnosa, de forma periforme, ovoide, globular o elíptica alargada; su color varía del verde claro al verde oscuro, y del violeta al negro. (Asociación Nacional del Café – ANACAFE 2004).

2.1.4. Exigencias edafo-climáticas del palto

2.1.4.1. Altitud

El palto puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2 500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2 500 msnm para evitar problemas con enfermedades, principalmente en las raíces. (Carreras *et al* 2007).

Las tres razas se adaptan a diferentes rangos altitudinales así: la raza Mexicana se adapta a alturas por encima de los 2 000 msnm., lo que la ubica en el piso técnico frío, para la raza Guatemalteca, el rango altitudinal de adaptación es de 800 hasta 2 400 msnm, pudiéndose establecer en los pisos térmicos frío moderado a medio; para la raza Antillana el rango de adaptación de 0 hasta 800 msnm, lo que la sitúa en el piso térmico cálido (Bernal y Díaz, 2008).

2.1.4.2. Clima

a) Temperatura

Tenorio (2007) y Calabreso (1992), señalan que el palto es muy sensible a las bajas temperaturas, en especial el cultivar Hass, que sufre daño con temperaturas menores a -1 °C.

Tenorio (2007), manifiesta que es importante que al momento de la floración las temperaturas sean óptimas. Se ha visto que con temperaturas de 20 a 25 °C durante el día y 10 °C en la noche, se presenta una exitosa fecundación y un buen cuajado.

Las variedades de palto tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la raza que corresponden. La *Persea americana* var. *drymifolia*, conocida como raza Mexicana, se adapta a climas muy fríos, soportando temperaturas de hasta 2,2 °C, teniendo como temperaturas óptimas de 5 a 17 °C. *Persea nubigena* var. *guatemalensis*, conocida como la raza Guatemalteca, se adapta a condiciones subtropicales, con temperaturas óptimas de 4 a 19 °C, mientras la raza Antillana *Persea americana* var. *americana*, se adapta a temperaturas de 18 a 26 °C (Bernal y Díaz, 2008).

Sadgley y Annels citado por Samson (1991), indican que el cultivar Hass se desarrolla a temperaturas altas (33 °C en el día y 28 °C en la noche) o bajo temperatura moderada (17 °C en el día y 12 °C en la noche).

b) Precipitación

El requerimiento de precipitación difiere para las tres razas, así: la raza Mexicana requiere precipitaciones por encima de los 1 500 mm/anuales; para la raza Guatemalteca por debajo de los 1 500 mm/año y

para la raza Antillana los requerimientos están por debajo de los 1 000 mm/año (Bernal y Díaz, 2008).

La lluvia que ocurre durante el período de floración afecta la sanidad del cultivo. Si las lluvias de invierno son abundantes y producen anegamiento, se puede producir la asfixia radical, el requerimiento de lluvias varía de 400 – 1 200 mm/año (Lemus *et al* 2005).

c) Radiación solar

Un exceso de radiación solar provoca lo que se denomina “golpe de sol” en madera o frutos. En los últimos años se evalúa la aplicación de caolinita para mantener el follaje protegido del exceso de radiación y así evitar el daño de golpe de sol en la fruta (Lemus *et al* 2005).

d) Viento

Este es un factor muy importante, ya que las ramas del aguacate son muy frágiles y se quiebran fácilmente; por lo tanto, se tienen que establecer cortinas rompevientos. El viento no debe ser constante, ni alcanzar velocidades por encima de los 20 km/hora, ya que esto provoca la ruptura de ramas, caída de flores y frutos y quemazón de las hojas y brotes del árbol; la deshidratación impide la fecundación y formación de los frutos (Bernal y Díaz, 2008).

2.1.4.3. Suelo

Los mejores suelos son los de textura media, como francos arcillo arenosos, profundos (0,80 a 1,50 m), con buen drenaje interno y superficial, de 3 a 5% de materia orgánica. Se adapta a suelos con un máximo de un 30% de pendiente (ANACAFE 2004).

Samson (1991), sostiene que los suelos adecuados para el desarrollo normal del palto es que presenten un buen drenaje y con un pH entre 5 y 7.

Lo importante, es que el suelo tenga un gran porcentaje de macroporos, característica de suelos con buena estructura, dado principalmente por su contenido de materia orgánica. (Lemus *et al* 2005).

2.1.5. Variedades de palto

Popenoe citado por Whiley *et al* (2007) hace mención que antes de que los europeos conocieran los paltos, ya habían sido seleccionados algunos tipos hortícolas, a partir de los tipos silvestres y mejorados considerablemente durante milenios. Estos tipos mejorados pertenecían a tres taxones o subespecies distintas, que son las actualmente denominadas razas mexicana, guatemalteca y antillana (o “de las tierras bajas”)

Daga (2011), manifiesta que esta clasificación se ha modificado puesto que ya existen cinco, la Raza Costarricensis y Shiedeana, debido a las complicaciones generadas por las hibridaciones interraciales.

- Raza Mexicana: *Persea americana* var. *drymifolia*.
- Raza Guatemalteca: *Persea americana* var. *Guatemalensis*.
- Raza Antillana: *Persea Americana* var. *Americana*.

Whiley *et al* (2007), señalan que a comienzos del siglo XX, se dio inicio a la mayor parte de los trabajos pioneros de investigación y de tecnología en el manejo de huertos. Los cultivares más ampliamente plantados, fueron el cv. “Fuerte” y luego el cv. “Hass”, los cuales se hicieron populares en California y adoptados después por las industrias recientes en Israel, España, Sudáfrica, Chile y Australia.

Lemus *et al* (2005), sostienen que los cultivares de palta más importantes en Chile son Hass (originaria de California), Fuerte, Negra de la Cruz (o Prada), Bacon, Edranol y Zutano.

En el Perú, principales variedades de palto cultivadas son Fuerte, Hass, Bacon. Nabal, Zutano, Ettinger y las utilizadas como portainjertos son Duke 7, Barr Duke, Topa – Topa, Ashdot, Degania y Maoz (sin – VC 43) (Yauri, 2010).

En Huánuco, Gonzáles (2011) menciona que en el banco de germoplasma del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola de la UNHEVAL existen 21 variedades de paltos de la raza mexicana (Fuerte, Mexicana Enana, Duke, Rincon, Good Friend, Super Fuerte), guatemalteca (Hass, Bacon, Nabal Verde, Nabal Negra, Campong, Super Nabal, Centro Oriental) y antillana (Zutano, Choquett, Verónica, La Molina, Itzama, Villacampa, Queen).

2.1.6. Las giberalininas (GA3)

Las GA3 fueron descubiertas por un grupo de fitopatólogos japoneses que estudiaban una enfermedad en el arroz conocida como “bakanae” (planta loca), causado por el hongo *Giberella fujikuroi*. El ataque del hongo produce un crecimiento excesivo de los tallos y brotes. Posteriormente en 1955 se logró el aislamiento del hongo, el compuesto inductor del crecimiento del tallo, que se denominó **ácido giberélico** (Iglesias y Talon, 2008).

Son un grupo de compuestos isoprenoides naturales muy estables y de rápida distribución por el floema. Se sintetizan en el ápice del tallo y hojas jóvenes; estos compuestos estimulan la división celular en los vegetales superiores (giberalininas activas), es decir, actúan como reguladores

endógenos del crecimiento y del desarrollo (Weaver, 1975; Rojas, 1993; e Iglesias y Talon, 2008).

2.1.6.1. Estructura química

Iglesias y Talon (2008), indican que las GA3 constituyen una familia de *diterpenos tetracíclicos ácidos*, cuya estructura química está constituida por de *ent – giberelano*, que consta de 20 átomos de carbono (giberalinas de C₂₀) o de 19 átomos de carbono (giberalinas de C₁₉).

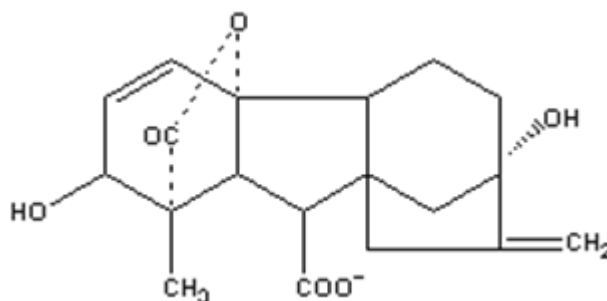


Figura 01. Estructura química.
Fuente: Weaver (1975)

2.1.6.2. Efecto de las gibberalinas en las plantas

Ruiz *et al.* (1997) citado por Ávila (2005), indica que uno de los ejemplos mejor conocidos de la inducción de enzimas debida a las hormonas en la germinación, es la producción de α – amilasa provocada por las gibberalinas en las aleuronas de cebada:

- a) El GA3 puede reemplazar a u factor producto de α – amilasa, generado mediante la germinación de semillas de cebada. Los embriones de cebada producen una gibberalina natural que se traslada al interior de las capas de aleuronas de los endospermos, donde se produce la síntesis de enzimas. Estas enzimas, incluyendo amilasas, proteasas y lipasas, descomponen

rápidamente las paredes celulares de los endospermos e hidrolizan después los almidones y proteínas, liberando así los nutrientes y la energía necesarios para el desarrollo de los embriones.

- b) Se ha demostrado que el GA3 provoca la síntesis de novo de α –amilasa en las células de las aleuronas. Así la actividad enzimática resultante de las giberélinas no se debe a la liberación de enzimas de alguna forma de enlace, sino al incremento de la actividad celular, debido a la formación de nuevas enzimas.

Iglesias y Talon (2008), indican que las GA3 producen numerosos efectos pleiotrópicos, puesto que regulan un amplio y variado conjunto de procesos fisiológicos. Estas respuestas afectan prácticamente a todas las fases del desarrollo, tanto al crecimiento vegetativo como al reproductivo, siendo los efectos más evidentes en la estimulación del crecimiento del tallo, la inducción del desarrollo del fruto y la germinación de las semillas.

Rojas (1993), revela que la acción fundamental de las GA3 es sobre el ARN, desinhibiendo genes. Esta acción está perfectamente caracterizada a dos genes que en ausencia de giberalina están reprimidos: el gen para α –amilasa y los genes para el alargamiento normal de los entrenudos. La giberalina, al desinhibir estos y otros genes, inducirá sus efectos típicos (producción de amilasa y la represión de genes de enanismo) sobre el metabolismo y desarrollo vegetativo. Otros efectos importantes muestran que hay interacciones de la giberalina con fitocromo pues el tratamiento con giberalina provoca en ocasiones la germinación de semillas y yemas, rompiendo el letargo.

Weaver (1975), señala que las giberelinas provocan un incremento de la actividad celular, debido a la formación de nuevas enzimas. Los cambios a nivel genético ocasionados por las GA3, que estimulan a la síntesis enzimática de las células, es por la modificación del ARN producido en los núcleos, de esta manera puede ejercer su control sobre la expansión celular, así como sobre otras actividades de crecimiento y desarrollo vegetal.

2.1.7. Germinación de las semillas

Es el proceso o conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula (Courtis, 2013).

Hernández (2002), señala que existen básicamente dos tipos de germinación, que a veces presentan algunas variantes. La germinación epigea y la hipogea. En la germinación epigea, el hipocotilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo. En tanto, en la germinación hipogea el hipocotilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste (Vázquez *et al.*, 1997; citado por Hernández, 2002). En este caso, las hojas cotiledonares tienen sólo una función almacenadora de nutrientes; en tanto en la germinación epigea, dichas hojas tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula.

El proceso de la germinación comprende tres etapas: A) se inicia con la absorción por imbibición de grandes cantidades de agua por la semilla seca, causando su hinchamiento y rompimiento de la testa; B) inicio de una reactivación enzimática y metabólica (respiración, translocación y asimilación de reservas alimenticias en zonas en desarrollo del embrión) y, C) termina

cuando una parte de la semilla atraviesa las estructuras envolventes que la rodean por medio de la radícula, es decir se da inicio al crecimiento de la planta (Bidwell, 1979; Fuller *et al.*, 1995; Hernández, 2002; y Mantilla, 2008).

2.1.7.1. Factores que afectan la germinación de las semillas

La duración de cada fase en el proceso de germinación de las semillas se debe a factores externos e internos. Entre los factores externos se menciona: el agua, los gases (oxígeno y dióxido de carbono), la humedad, la temperatura y la luz. Entre los internos se pueden citar: la latencia y la viabilidad de las semillas (Fuller *et al.*, 1995; Mantilla, 2008; y Courtis, 2013)

2.1.7.1.1. Factores externos

a) Agua

Es importante en la germinación de las semillas, por cuanto ablanda la cubierta seminal, permitiendo así que la radícula y el epicótilo se abran más rápidamente (Fuller *et al.*, 1995). El proceso de absorción de agua se denomina imbibición, que se da por gradientes de potencia de agua entre el ψ_w del suelo y el ψ_w de la semilla; la presión de imbibición de una semilla en germinación rompe la testa (Bidwell, 1979; y Courtis, 2013).

b) Humedad

Cada especie necesita absorber un cierto mínimo de humedad para que ocurra germinación. Se ha encontrado que las semillas con alto contenido de proteína necesitan un contenido de humedad mayor que semillas con niveles bajos de proteína; esto se puede observar en los siguientes ejemplos: Maíz (*Zea mays*) 30.5%; Soya (*Glycine max*) 50.0%; Remolacha (*Beta ssp.*) 31.0%; Algodón (*Gossypium spp.*) 50-55.0%;

Higuerilla (*Ricinus comunis*) 32-36.0%; Arroz (*Oryza sativa*) 32-35.0%; Avena (*Avena sativa*) 32-36.0%; Maní (*Arachis hypogaea*) 50-55.0% (Courtis, 2013).

c) Temperatura

La temperatura afecta principalmente la actividad enzimática necesaria para la degradación de las sustancias de reservas. Las necesidades relativas de temperatura para la germinación de las semillas suelen coincidir con las que necesitan para el crecimiento de órganos activos de las plantas. Las semillas de las plantas tropicales pueden germinar a temperaturas mínimas más altas que las plantas de regiones templadas y subárticas. El límite inferior de temperatura para la germinación está alrededor de 0 °C. El óptimo oscila entre los 25 y 31 °C y el máximo entre 40 y 50 °C (Fuller *et al.*, 1995; y Courtis, 2013).

d) Gases

La germinación es un proceso que requiere un consumo considerable de energía, en la respiración y la fermentación. Ambos procesos implican un intercambio de gases CO₂ y O₂ entre las células y el ambiente, la germinación estará, por lo tanto, afectada por la composición de la atmósfera circundante. Muchas clases de semillas mueren por falta de oxígeno debido a que el contenido de oxígeno disminuye al aumentar la profundidad del suelo, si se plantan a demasiado profundo (Fuller *et al.*, 1995; y Courtis, 2013).

Por lo que el oxígeno es necesario para la germinación de la semilla. El metabolismo durante los estadios iniciales de la germinación puede ser anaerobio cambiando a aerobio, tan pronto como la testa se rompe y el oxígeno se difunde en su interior (Bidwell, 1979).

Los altos niveles altos de dióxido de carbono dentro de la semilla retardan determinadas reacciones de control enzimático y afectando así adversamente la germinación. Cantidades excesivas de dióxido de carbono se encuentran suelen encontrarse en las semillas que hayan sido secadas y almacenadas inapropiadamente (Fuller *et al.*, 1995).

e) Luz

Las semillas contienen cantidades diminutas de un pigmento proteico sensible a luz, denominado fitocromo. La exposición a la luz estimula a este pigmento a la germinación de semillas de muchas especies silvestres y agrícolas. En la gran mayoría de los casos el estímulo proviene de una exposición a la luz roja (660 nm = 6 600 Å) y se inhibe con luz de 730 nm de longitud de onda. En un gran número de especies la necesidad por luz puede ser reemplazada por tratamientos con ácido giberélico (Fuller *et al.*, 1995; y Courtis, 2013).

2.1.7.1.2. Factores internos

a) Latencia

Es el reposo de la semilla cuando esta no germina a pesar de encontrarse en un lugar óptimo en cuanto a temperatura y humedad. (Vázquez *et al.*, 1997; citado por Hernández, 2002).

Las causas de latencia de semilla se originan debido a la dureza e impermeabilidad de la cubierta de seminal o tegumento, inmadurez fisiológica del embrión, embriones rudimentarios y por la presencia de inhibidores químicos como el ácido abscísico, compuestos orgánicos aromáticos (fenólicos, benzoicos, cofactores de AIA oxidasa, difenólicos), compuestos derivados de las lactonas (cumarina, escopoletina, juglona); e

inhibidor β (ácido abscísico + inhibidor) (Weaver, 1975; Fuller *et al.*, 1995; y Courtis, 2013).

b) Viabilidad

Es la capacidad que tienen las semillas de germinar, durante diversos periodos de tiempo, por lo que es un factor importante en la germinación. Existen semillas que sobrevivieron 100 años de almacenaje, algunas son capaces de sobrevivir pocos días o semanas (Bidwell, 1979 y Fuller *et al.*, 1995).

Las causas de pérdida de viabilidad por las semillas, es debido al envejecimiento de la semilla, hecho que repercute en la coagulación de las proteínas del protoplasma, las sustancias reguladoras que intervienen en la respiración pierden a menudo su actividad, y las células pierden su capacidad de dividirse (Fuller *et al.*, 1995).

La mejor manera de averiguar su viabilidad es mediante una prueba de germinación, como la prueba del tetrazolio basado a través de la diferenciación de colores- de los tejidos sanos, débiles o muertos de la semilla; o por la conductividad eléctrica que permite evaluar la integridad del sistema de celulares (Hernández, 2002; y Courtis, 2013).

2.1.8. Crecimiento vegetativo

El crecimiento de las plantas constituye un proceso fundamental que forma una combinación de diversos eventos en diferentes niveles, desde el biofísico y bioquímico hasta el orgánico, que dan como resultado la producción integral en un organismo (Lira, 1994). Así, pues, hojas, tallos y raíces han de montarse como el mecanismo que permite que la planta produzca y almacene alimentos en grandes cantidades (Fuller *et al.*, 1995).

El crecimiento es meramente el aumento en la masa de la planta y es, por lo que se llama célula especializada o diferenciada. Como un efecto, la planta desarrolla tejidos, y órganos y su metabolismo general se modifica y va madurando. Estos cambios no pueden ser medidos, pues son puramente cualitativos (Rojas, 1993).

En el crecimiento de las plantas se distinguen 3 fases perfectamente claras: a) la formación de nuevas células mediante los procesos de mitosis y división celular, b) la elongación celular, y c) la diferenciación o maduración de estas células, que se agrandan en tejidos maduros de un órgano en crecimiento (Fuller *et al.*, 1995).

El crecimiento, en cuanto a las Fanerógamas se refiere, tiene dos fundamentales direcciones marcadas: primero, crecimiento en longitud o crecimiento primario, radicado en los llamados meristemos apicales; segundo, crecimiento en grosor o secundario (Córdova, 1976).

2.1.8.1. Crecimiento en longitud

Córdova (1976), indica que el crecimiento en la raíz, está constituido por el meristemo primario, localizada en la parte apical y consta de tres partes funcionales: meristemo en espera (zona más apical), anillo inicial (zona e alta actividad) y meristemo subapical. Conservando una disposición geotrópica de la raíz, el número de células aumentan mediante las divisiones mitóticas del anillo inicial que siguen planos perpendiculares al eje del órgano, proporcionaran células apicales (hacia abajo) que persistirán en su condición meristemática y células basales (hacia arriba) que, acumulándose en el iniciaran el proceso de diferenciación, perdiendo además su actividad mitótica.

El mismo autor señala que en el tallo, la denominación del meristemo apical conlleva el hecho de ser el tejido caular estrictamente apical, de él depende el crecimiento longitudinal del tallo. Como en el caso de la raíz también se distinguen las tres partes funcionales; el meristemo apical del tallo sufre divisiones anticlinales para aumentar el número de células, persistiendo una en su condición meristemática y otra iniciando la diferenciación.

2.1.8.2. Crecimiento en grosor

El crecimiento en grosor, que se observa en las gimnospermas y en la mayoría de dicotiledóneas, viene determinados por dos meristemas laterales: el líbero – leñoso (llamado también cambium vascular) y el súbero – felodérmico. Ambos meristemas aumentan el número de células por divisiones periclinales. En la raíz, el cambium producirá células hacia fuera (elementos floemáticos secundarios) y células hacia dentro (elementos xilemáticos secundarios). En el tallo, la actividad mitótica no es idéntica en direcciones, por lo que existe una asincronía en el ritmo de divisiones; en el meristemo súbero – felodérmico, al igual que el cambium vascular, sufre divisiones periclinales de sus células para proporcionar felema hacia el exterior y felodermo hacia dentro. En las hojas, el crecimiento en grosor está determinado por la actividad de un meristemo adaxial, localizadas en el centro de la hoja, dividiéndose en planos periclinales, dando células hacia el haz y el envés (Córdova, 1976).

2.1.8.3. Factores que influyen el crecimiento vegetativo

El crecimiento, como todo proceso fisiológico está influido por factores del medio externo. El principal factor externo es la temperatura del medio, presentando un mínimo entre los 5 a 10 °C, un óptimo de 35 °C, y un máximo

de 45 °C. La luz, es otro factor importante, ya que el crecimiento de las plantas por falta de luz, presenta un alargamiento en el eje longitudinal y muestra un retardo en el desarrollo foliar, además de tener una pobre cantidad de clorofila (Rojas, 1993).

2.1.8.3.1. Factores externos

El crecimiento, como todo proceso fisiológico está influido por factores del medio externo. El principal factor externo es la temperatura del medio, presentando un mínimo entre los 5 a 10 °C, un óptimo de 35 °C, y un máximo de 45 °C. La luz, es otro factor importante, ya que el crecimiento de las plantas por falta de luz, presenta un alargamiento en el eje longitudinal y muestra un retardo en el desarrollo foliar, además de tener una pobre cantidad de clorofila (Rojas, 1993).

2.1.8.3.2. Factores internos

Los factores internos que afectan el crecimiento son principalmente los inherentes al protoplasma de una especie (factores hereditarios) o los que han sido previamente inducidos en el protoplasma por factores externos (Fuller *et al.*, 1995).

2.2. Antecedentes

Hilliger (1976) investigo 5 dosis de ácido giberélico: 0; 10; 100; 1 000 y 10 000 ppm aplicados en la semilla (remojándolas a 24 horas) y plántulas en 3 cultivares de palto: El Abuelo, Duke y Mexícola; donde determinó el porcentaje de germinación de las semillas en el cultivar El Abuelo con la dosis de 1 000 ppm que fue: 1,11% (0 a 60 días); 16,67% (61 a 80 días); y 20,00% (81 a 100 días; 101 a 120 días y 121 a 140 días). En el cultivar Duke: 3,33% (0 a 60 días); 16,67% (61 a 80 días); 18,89% (81 a 100 días); 20,00% (101 a

120 días; y 121 a 140 días). En el cultivar Mexícola: 7,78% (0 a 60 días); 18,89% (61 a 80 días); y de 20,00% (81 a 100 días; 101 a 120 días y de 121 a 140 días). La dosis que fueron aplicados a las plántulas obtuvo los siguientes resultados: En el cultivar El Abuelo, el diámetro del tallo fue de 6,03 cm (0 ppm); 6,19 (10 ppm) 6,65 (100 ppm); 6,97 cm (1 000 ppm); y 7,28 cm (10 000 ppm); en la altura de plantas de 31,48 cm (0 ppm); 32,73 (10 ppm) 35,59 (100 ppm); 39,32 cm (1 000 ppm); y de 46,73 cm (10 000 ppm). En el cultivar Duke, el diámetro del tallo fue de 5,99 cm (0 ppm); 6,27 (10 ppm) 6,60 (100 ppm); 7,16 cm (1 000 y 10 000 ppm); y de 50,52 cm (10 000 ppm); y en la altura de plantas de 30,60 cm (0 ppm); 33,98 cm (10 ppm) 37,53 (100 ppm); 53,72 cm (1 000 ppm); y de 50,52 cm (10 000 ppm). Y en el cultivar Mexícola, el diámetro del tallo fue de 6,16 cm (0 ppm); 6,38 (10 ppm) 6,88 (100 ppm); 7,21 cm (1 000 ppm); y 7,49 cm (10 000 ppm); en la altura de plantas de 30,26 cm (0 ppm); 32,91 cm (10 ppm) 36,83 (100 ppm); 42,00 cm (1 000 ppm); y de 47,99 cm (10 000 ppm).

Villavicencio (1983), determinó que el corte en el ápice y base de la semilla de palto Duke 7 sumergidas 24 horas en solución de ácido giberélico a 400 ppm y 600 ppm influyó en los resultados de manera semejante: en el porcentaje de germinación a los 40 días (69,24%; 69,62%) y 60 días (82,60%); mientras que en la altura de plantas destacó la dosis de 600 ppm de ácido giberélico a los 50 días (14,4 cm), 70 días (24,7 cm) y a los 90 días (31,60 cm).

Para semillas de roble resultó positiva la inmersión en solución de giberelina, a 0,025 g/L durante 15 ó 30 horas, alcanzando un porcentaje de germinación de 46%, aproximadamente mayor en 12% al testigo (34,66%).

Los tratamientos con reguladores resultan ventajosos si se considera la economía en tiempo y su fácil aplicación en relación con algunos tratamientos tradicionales (Rocuant, 1983; citado por Rodríguez, 1997).

Rodríguez (1997), estudio el efecto de la aplicación exógeno de ácido giberélico (GA3) en la germinación de semillas de boldo. Estas se sometieron a distintas concentraciones de este regulador de crecimiento (0; 10; 15; y 20 g/L) y tiempos de remojo (0, 24, 48 y 72 horas) en la solución. La capacidad germinativa: 2,40% (0 g/L por 0 horas); 15, 10% (10 g/L por 24 horas); 26,20% (10 g/L por 48 horas); y 0,80% (10 g/L por 72 horas y 15 g/L por 48 horas). El porcentaje de sobrevivencia: 66,00% (0 g/L por 0 horas); 68,00% (10 g/L por 24 horas); 61,00% (10 g/L por 48 horas); y 100,00% (15 g/L por 48 horas).

Ávila (2005), realizó un estudio en que, consistió en someter la semilla de guanaba a diferentes concentraciones de ácido giberélico (0; 5 000 y 10 000 ppm) y agua a 4 y 21 °C; así mismo la semilla fue almacenada en diferentes periodos (0 días, 15 días, 30 días y 80 días) a temperatura ambiente (22° centígrados). Los resultados que obtuvo son los siguientes: el porcentaje de germinación según a los días de almacenamiento fue de 41,25% (0 días); 55,25% (15 días); 61,75% (30 días); y 48,06% (80 días); con la aplicación de ácido giberélico fue de 58,00% (5 000 ppm); 47,88% (10 000 ppm); 55,06% (0 ppm + agua a 4 °C); y 44,88% (agua a 21 °C); la velocidad de la germinación según a los días de almacenamiento fue de 186 días (0 días); 171 días (15 días); 143 días (30 días); y 76 días (80 días); con la aplicación de ácido giberélico fue de 144 días (5 000 ppm; 10 000 ppm; y 0 ppm + agua a 4 °C); y de 145 días (0 ppm + agua a 21 °C).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

La aplicación de diferentes dosis de ácido giberélico, tendrá efecto significativo en la germinación de variedades de palto (*Persea americana* Mill.) en condiciones de vivero del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola - UNHEVAL - Cayhuayna - Huánuco - 2016.

2.3.2. Hipótesis específicos

1. Al menos una de las dosis de ácido giberélico, tendrá efecto significativo en los parámetros de germinación de las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano.
2. Alguna de las dosis de ácido giberélico tendrá efecto significativo en los parámetros de desarrollo radicular de las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano.

2.4. Variables

Variable Independiente

a) Dosis de ácido giberélico

B0 = 00 ppm

B1 = 200 ppm

B2 = 400 ppm

B3 = 600 ppm

b) Variedades de palto

A1 = Duke 7

A2 = Bacon

A3 = Mexicano

Variable dependiente

a) Germinación

Días a la germinación	{	A los 15 y 21 días después de la siembra (DDS)
Longitud de raíces		A los 10, 20 y 30 días después de la germinación (DDG)

2.4.1. Operacionalización de variables

VARIABLES	INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES
		Variedades de palto	A1 = Duke 7 A2 = Bacon A3 = Mexicano	B0A1 B0A2 B0A3 B1A1 B1A2 B1A3 B2A1 B2A2 B2A3 B3A1 B3A2 B3A3
		Dosis de ácido giberélico	B0 = 00 ppm B1 = 200 ppm B2 = 400 ppm B3 = 600 ppm	
	DEPENDIENTE	Germinación	Porcentaje de germinación	Días a la germinación
			Desarrollo radicular	Longitud de raíz
				Peso de raíces
				Volumen de raíces

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se ejecutó en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola (IIFO), de propiedad de la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”, que se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Huánuco, a la margen izquierda del Río Huallaga.

Ubicación política

Lugar	: Cayhuayna
Distrito	: Pillco Marca
Provincia	: Huánuco
Región	: Huánuco

Posición geográfica

Latitud Sur	: 09° 57' 07"
Longitud Oeste	: 76° 14' 54"
Altitud	: 1 947 msnm

3.1.1. Condiciones agroecológicas

Según el Mapa Ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el lugar donde se realizó el trabajo de investigación se encuentra en la zona de vida natural **monte espinoso – Premontano Tropical (mte-PT)**.

Considerando las Ocho Regiones Geográficas del Perú según Javier Pulgar Vidal, Pillco Marca, se encuentra en la región natural Yunga Fluvial, con un clima semicálido lluvioso. La temperatura media anual máxima es de 24,5 °C y la mínima 18,8 °C; la precipitación total anual es desde los 226 a

532,8 mm; la relación de evapotranspiración varía entre 2 a 4 veces la precipitación.

Los suelos del Instituto de Investigación Frutícola Olerícola, son moderadamente alcalinos; de clase textural franco arenoso; teniendo un área de 9,1 has cultivables.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación fue **aplicada**, porque se recurrió a los principios de la ciencia, sobre la aplicación de ácido giberélico, para generar tecnología en la germinación y uniformidad del crecimiento en las variedades de palto (*Persea americana* Mill.), y así solucionar problemas de los agricultores y viveristas de Huánuco dedicados al cultivo de palto.

El nivel de investigación fue **experimental** porque se manipuló intencionalmente la variable independiente (dosis de ácido giberélico y variedades de palto) y se midió el efecto en la variable dependiente (germinación) y se comparó con un testigo (sin aplicación de ácido giberélico).

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población en estudio ha sido constituida por 576 plántulas, repartidas en 12 tratamientos, 3 repeticiones y 16 plantas por tratamiento.

3.3.2. Muestra

Se tomó, de las semillas centrales que constan de 4 plántulas, haciendo un total de 144 plántulas a registrar en cada evaluación. El tipo de muestreo fue probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las semillas y plántulas de las variedades de palto al momento

de la siembra tuvieron la misma posibilidad de formar parte de las evaluaciones.

3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo compuesta por cada semilla y plántula de cada variedad de palto a evaluar.

3.4. Tratamientos en estudio

En la investigación se estudió el efecto de tres dosis de ácido giberélico, en tres variedades, considerando un testigo sin aplicación por cada variedad, lo que determina 12 tratamientos con 3 repeticiones.

Cuadro 1. Factores y tratamientos en estudio

FACTORES Y TRATAMIENTOS	TRATAMIENTOS	CLAVES
	0 ppm + Duke 7	B0A1
	0 ppm + Bacon	B0A2
	0 ppm + Mexicano	B0A3
	200 ppm + Duke 7	B1A1
	200 ppm + Bacon	B1A2
	200 ppm + Mexicano	B1A3
	400 ppm + Duke 7	B2A1
	400 ppm + Bacon	B2A2
	400 ppm + Mexicano	B2A3
	600 ppm + Duke 7	B3A1
	600 ppm + Bacon	B3A2
	600 ppm + Mexicano	B3A3

3.5. Prueba de hipótesis

3.5.1. Diseño de la investigación

El trabajo de investigación fue experimental en un Diseño Completos al Azar (DCA) con tres repeticiones y estructura factorial 3 X 4. El primer factor

corresponde a la variedad de palto Duke 7, Bacon y Mexicano. El segundo factor corresponde a las dosis de ácido giberélico a 0, 200, 400 y 600 ppm.

a) Modelo Aditivo Lineal (MAL)

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

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, p$ (variedades de palto)

$j = 1, 2, 3, \dots, q$ (dosis de ácido giberélico)

$k = 1, 2, 3, \dots, r_{ij}$ (repeticiones)

Donde:

Y_{ijk} = Unidad experimental que recibe variedades de palto i , dosis de ácido giberélico j y está en la repetición k .

μ = Efecto de la Media general

α_i = Efecto del i -ésimo dosis de ácido giberélico

β_j = Efecto del j -ésimo variedades de palto

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción del i -ésimo dosis de ácido giberélico, j -ésimo variedades de palto

ε_{ijk} = Es el efecto del error experimental en el i -ésimo dosis de ácido giberélico, j -ésimo variedades de palto, k -ésimo vivero.

$p = 3$ es el número de los niveles del factor A

$q = 4$ es el número de los niveles del factor B

$r = 3$ es el número de repeticiones

b) Análisis de variancia

Se utilizó la técnica estadística de Análisis de Varianza o prueba de F (ANDEVA), al nivel de significación de 1% y 5 % de las fuentes de variabilidad de repeticiones y tratamientos. Para la prueba de comparación de medias se utilizó la prueba de TUKEY, al 5% y 1% para determinar la significación entre tratamientos.

Cuadro 02. ANDEVA

Fuente de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (GL)
$A (p - 1)$	2
$B (q - 1)$	3
$AB (p - 1) (q - 1)$	6
Error experimental $pq(r - 1)$	24
TOTAL ($pqr - 1$)	35

$$CV = \frac{(CMe)^{1/2}}{\square..}$$

Descripción del campo experimental

Campo experimental

Largo del campo	: 3.60 m
Ancho del campo	: 1.60 m
Área total del campo experimental	: 5.76 m ²

Repeticiones

Número de repeticiones	: 3
Largo de repeticiones	: 1.60 m
Ancho de repeticiones	: 1.20 m
Área experimental por repeticiones	: 1.92 m ²

Unidades experimentales

Nº total de unidades experimentales	: 36
Largo de una unidad experimental	: 0,4 m
Ancho de una unidad experimental	: 0.4 m
Área total de una unidad experimental (1.0 x 0.40)	: 0.16 m ²

Plantones

Número de plantones/unidad experimental	: 16
Número de plantones/área experimental	: 192
Número de semillas por sección menor	: 4
Número de filas por sección lateral	: 4

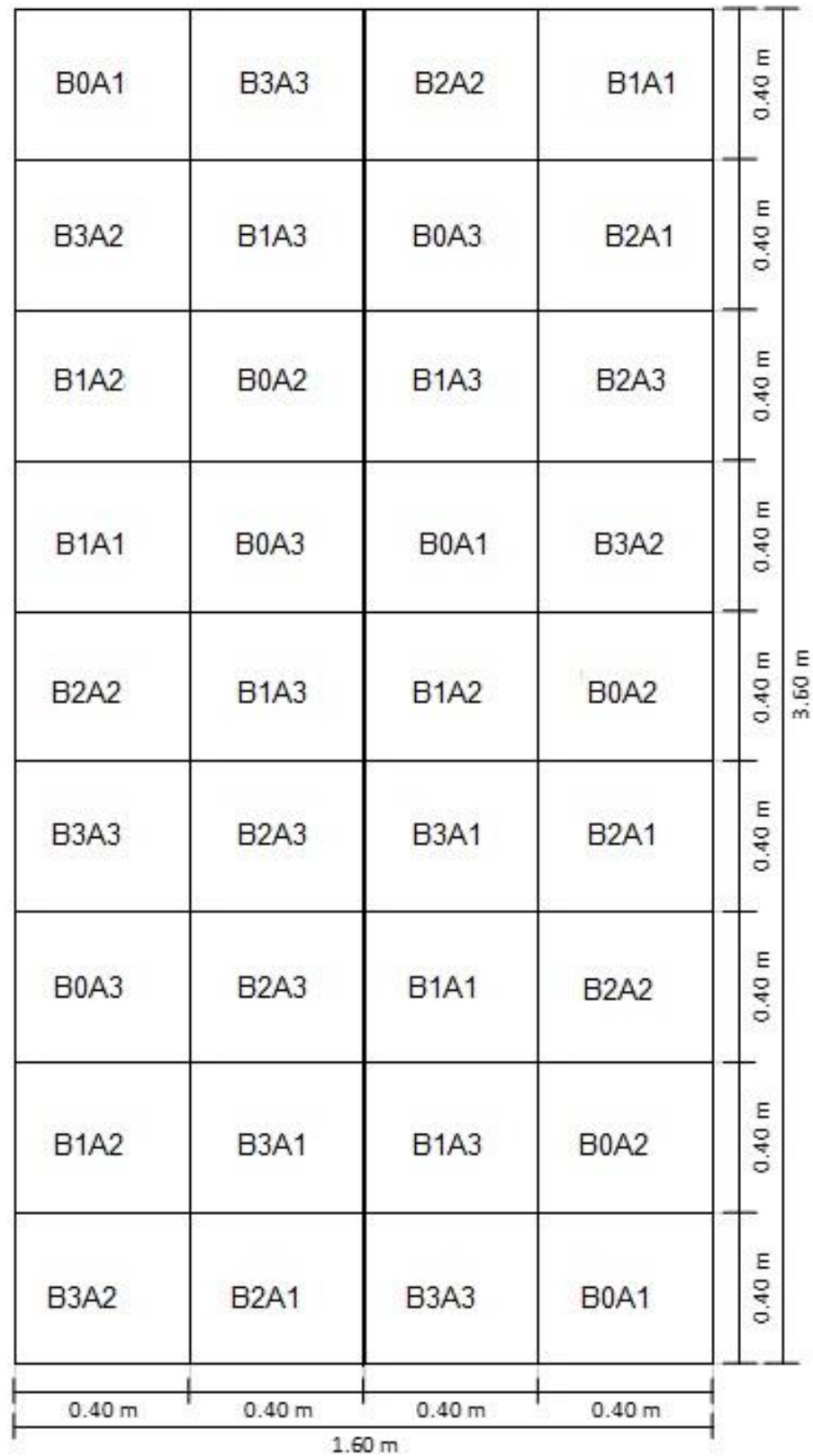


Figura 03. Detalle del campo experimental

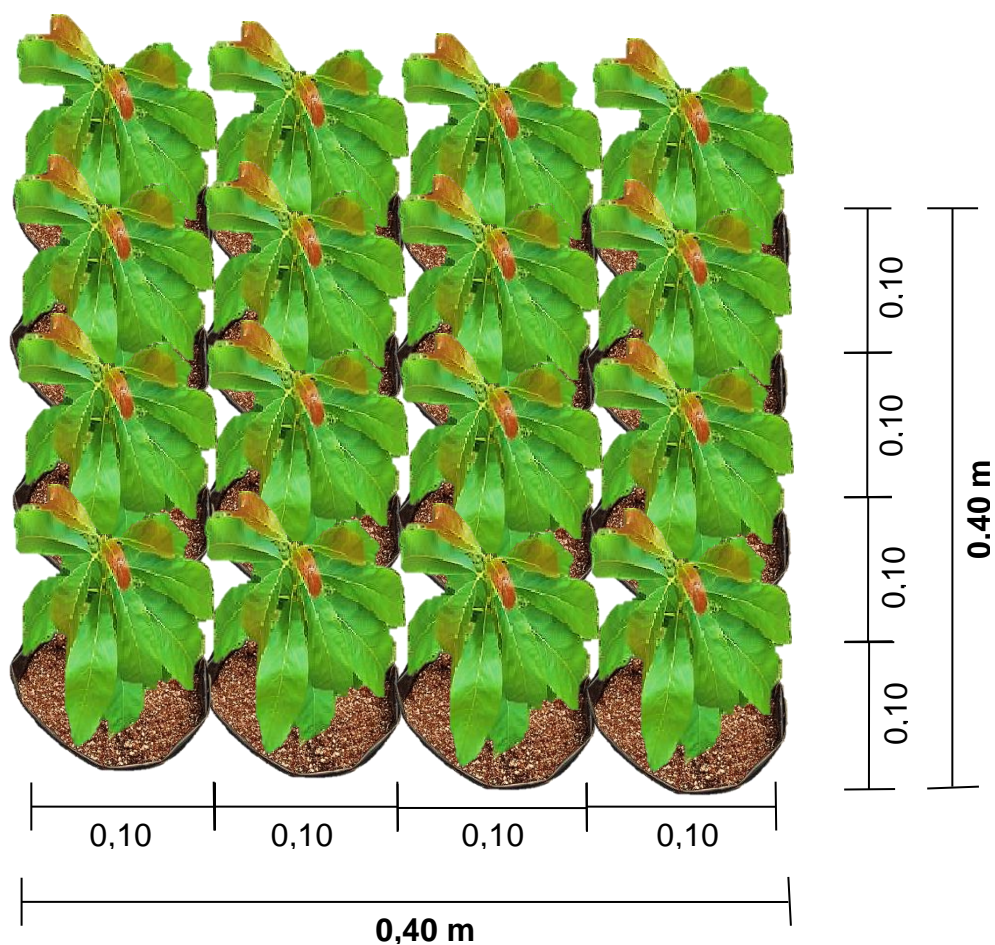


Figura 03. Detalle de la parcela experimental

3.5.2. Datos a registrar

3.5.2.1. Días a la germinación

Se realizó por observación directa, a partir del quinto día después de la siembra, tomando para ello las 16 semillas por cada tratamiento y en cada evaluación, determinando si existe emisión de radícula a fin de establecer los días transcurridos para la germinación. Luego de las evaluaciones, se obtuvo el promedio en base a la siguiente fórmula.

$$S1 + S2 + S3 \dots + S16$$

3.5.2.2. Longitud de raíces

Las semillas se extrajeron con cuidado, acto seguido se midió la longitud de estas con una cinta métrica, expresándose el resultado en centímetros, y finalmente se promedió por cada tratamiento, tomándose para ello 4 semillas por cada evaluación a los 10, 20 y 30 días después de la germinación.

Se utilizó la siguiente formula:

$$X L.R = \frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4}$$

3.5.2.3. Peso de raíces

Luego de medir la longitud de raíces se procedió al corte de estas con un bisturí quirúrgico, para proceder al pesado que fue con una balanza de precisión, expresándose esta medida en gramos, para ello se utilizó la siguiente formula:

$$X P.R = \frac{P1 + P2 + P3 + P4}{4}$$

3.5.2.4. Volumen de raíces

Luego de haber efectuado el pesado de las raíces, estas fueron introducidas en una probeta graduada para obtener el volumen, esta medida se expresó en centímetros cúbicos (cc), la evaluación se realizó a los 10, 20 y 30 días después de la germinación. Para esta evaluación se utilizó la siguiente formula:

$$X V.R = \frac{V1 + V2 + V3 + V4}{4}$$

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamientos de datos

3.5.3.1. Técnicas de recolección y procesamiento de la información

a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- Fichaje: se usó para construir el marco teórico y la bibliografía.
- Análisis de contenido: estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

b) Técnicas de campo

- La observación: permitió recolectar los datos en cuanto a los días a la germinación, porcentaje de germinación longitud de raíz y volumen de raíz.

3.5.3.2. Instrumentos de recolección y procesamiento de la información

a) Instrumentos de investigación documental o bibliográfica

Fichas de localización: la información recopilada fue procedente de libros revistas para el cual se realizó un copiado a mano y de internet en formato digital.

- Hemerográficas: se utilizó para recopilar información del Internet, revistas, etc. existentes sobre el cultivo en estudio.
- Bibliográfica: se utilizó para recopilar información de los libros, tesis, etc.
- Resúmenes: se utilizó para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos.

b) Instrumentos de campo

- Libreta de campo: se empleó para registrar los datos de la variable dependiente (prendimiento).

3.6. Materiales, insumos y equipos

3.6.1. Materiales

- Wincha.
- Cinta métrica.
- Libreta de campo.
- Cordel para alinear.
- Utensilios de escritorio.
- Probeta.
- Malla rashell.
- Plástico negro.
- Bolsas de polietileno.

3.6.2. Insumos

- Ácido giberélico
- Agua destilada.
- Semillas de palto variedad: Duke 7, Bacon y Mexicano.

3.6.3. Equipos

- Cámara fotográfica.
- Regadera.
- Balanza de precisión

3.6. Conducción de la investigación

3.7.1. Labores agronómicas aplicadas durante el experimento

3.7.1.1. Instalación del vivero

Esta labor consistió en seleccionar y habilitar un espacio adecuado para producir nuevas plántulas, con disponibilidad de agua, iluminación, protegido y de fácil acceso.

- a) **Preparación de las camas:** la cama habilitada fue con los tamaños de 3.60 m de largo, 1.60 m de ancho y 0.40 m de alto.
- b) **Preparación de sustrato:** para este fin se utilizó, tierra agrícola y arena en una proporción de 2: 1, Con estos componentes se realizó la mezcla correspondiente.

Tierra agrícola : 1 m³
Arena fina de río.: 0.5 m³
- c) **Zarandeo:** consistió en hacer pasar la tierra por una zaranda de 4 mm de agujero con la finalidad de extraer los terrones, raíces y otros elementos extraños de mayor tamaño.
- d) **Desinfección de sustrato:** Consistió en cubrir el 100% del sustrato preparado con un plástico negro por un periodo de 7 días.

3.7.2. Labores agronómicas aplicadas antes y durante el desarrollo vegetativo

La propagación de plantones de palto se realizó vía sexual, con semillas de las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano. De estas variedades se recolectaron 192 semillas de cada variedad seleccionada, con un total de 576 plantas.

- a) **Obtención de la semilla:** Se recolectó frutos de paltos de las variedades a evaluar en estado de madurez comercial.
- b) **Despulpado de la semilla:** se realizó un corte transversal en la pulpa para poder extraer la semilla, este acto se realizó en todos los frutos de palto.

- c) **Aplicación de ácido giberélico:** las semillas de cada variedad fueron remojadas por 24 horas en solución de ácido giberélico a las dosis en estudio de 200, 400 y 600 ppm.
- d) **Siembra:** se sembró las semillas remojadas en las diferentes concentraciones de ácido giberélico, el sustrato se regó antes y después de la siembra, para darle humedad a la mezcla y la semilla. Se utilizó sustrato previamente seleccionado, se aplicaron riegos interdiarios para producir un microclima adecuado para la germinación.
- e) **Riegos:** con la finalidad de mantener la humedad del sustrato en las plántulas, el riego se realizó manualmente con una regadera, se aplicaron de dos a tres veces por semana, dependiendo de las condiciones climáticas y después se raleó los riegos según el requerimiento de las plantas, donde el sustrato estuvo siempre húmedo, en los últimos días se regó en un tiempo más considerable.
- f) **Deshierbos:** consistió en eliminar las hierbas o malezas indeseables en el vivero, para mantenerlo limpio

IV. RESULTADOS

Los datos de campo obtenidos de las variables observadas fueron ordenados y procesados de acuerdo a la técnica del Análisis de Variancia. Los promedios parcelarios de dichas observaciones se encuentran en el Anexo.

Para establecer la significación entre las fuentes de variación se utilizó la Prueba de F, a los niveles del 0.05 y 0.01 de probabilidades, a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

A fin de determinar las diferencias estadísticas entre los promedios y la superioridad de los mismos, se empleó la Prueba Múltiple de Tukey en los niveles de significación del 5 y 1% de margen de error.

Para la interpretación de los resultados de la Prueba de Tukey se tomó en cuenta lo siguiente: Primero, los tratamientos que tienen la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas; mientras que aquellos que no muestren la misma letra, indican que son diferentes estadísticamente.

4.1. Porcentaje de germinación

Los resultados se indican en el Anexo 01 y 02, donde se presentan los promedios obtenidos. A continuación, la interpretación del ANVA, la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey y el ANVA de efectos simples.

Cuadro 03. Análisis de Varianza del porcentaje de germinación a los 15 y 21 DDS. Datos transformados arcsen \sqrt{X}

F.V	GL	15 DDS			21 DDS			F TAB	
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	5%	1%
A	2	1.14	0.57	19.01**	0.07	0.04	5.25*	3.40	5.61
B	3	2.88	0.96	31.87**	0.03	0.01	1.67 n.s.	3.01	4.72
AB	6	0.49	0.08	2.71 *	0.04	0.01	0.92 n.s	2.51	3.67
Error experimental	24	0.72	0.03		0.17	0.01			
TOTAL	35	5.23			0.31				
\bar{X}		0.76			1.51				
$S\bar{X}$	$S\bar{X} (a) = S\bar{X} (b)$		± 0.05			± 0.03			
	$S\bar{X} (ab)$		± 0.03			± 0.02			
CV		18.47%			6.54%				

Según el Cuadro 03 que corresponde al análisis de varianza de la germinación a los 15 y 21 DDS. A los 15 DDS el efecto principal variedades de palto y dosis de ácido giberélico muestran diferencias estadísticas altamente significativas. Mientras que el efecto interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico denota significación estadística al 5% de margen de error, razón por el cual se realizó un análisis de varianza adicional que muestra los efectos simples de la germinación de las variedades de palto y las dosis de ácido giberélico.

En el mismo cuadro se observa que a los 21 DDS, el efecto principal variedades muestra significación estadística al 5% de margen de error, en cambio, el efecto principal dosis de ácido giberélico y el efecto interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico no mostraron significación estadística.

El coeficiente de variabilidad a los 15 DDS fue de 18.47% con una desviación estándar de ± 0.05 para efectos principales y ± 0.03 para efectos de interacción doble. A los 21 DDS, el coeficiente de variabilidad fue de 6.54% con una desviación estándar de ± 0.03 para efectos principales y ± 0.02 para efectos de interacción doble; estos coeficientes nos brindan confiabilidad en la información obtenida

Efectuada la Prueba de Tukey a nivel del 95 y 99% de confiabilidad y que se presenta en el Cuadro 04, se corroboran los resultados de la Prueba de Fischer sobre el porcentaje de germinación a los 15 y 21 DDS.

Cuadro 04. Prueba de Tukey del porcentaje de germinación a los 15 y 21 DDS. Datos transformados arcsen \sqrt{X}

O.M.	15 DDS				21 DDS			
	Trat	Promedios		$\alpha = 5\%$	Trat.	Promedios		$\alpha = 5\%$
		D.O.	D.T.			D.O.	D.T.	
Efecto principal de la variedad de palto								
1°	A2: Bacon	79.17%	1.16	a	A2: Bacon	100.00%	1.57	A
2°	A3: Mexicano	62.50%	0.94	b	A3: Mexicano	99.48%	1.55	a b
3°	A1: Duke 7	44.79%	0.72	c	A1: Duke 7	97.40%	1.47	b
efecto principal de la dosis de ácido giberélico								
1°	B2: 400 ppm	81.94%	1.22	a	B2: 400 ppm	100.00%	1.57	a
2°	B1: 200 ppm	84.72%	1.18	a	B1: 200 ppm	99.31%	1.54	a
3°	B0: 0 ppm	52.08%	0.81	b	B3: 600 ppm	98.61%	1.51	a
4°	B3: 600 ppm	29.86%	0.54	c	B0: 0 ppm	97.92%	1.49	a

El cual indica a los 15 DDS, que para el efecto principal de variedades de palto, se encuentran diferencia estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos A1, A2 y A3 en ambos niveles de significación, es decir que el porcentaje de germinación en cada variedad fue diferente. En el efecto principal dosis de ácido giberélico los tratamientos B2 y B1 muestran

semejanza estadística y asimismo superan a los tratamientos B0 y B3, estas últimas muestran un efecto diferente.

En relación al porcentaje de germinación a los 21 DDS, para el efecto principal variedades de palto, los tratamientos A2 y A3 muestran un efecto similar los mismo que superan al tratamiento A1. En el efecto principal dosis de ácido giberélico los tratamientos no muestran diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 05. Prueba de Tukey del porcentaje de germinación a los 15 DDG de la interacción variedad x dosis. Datos transformados $\arcsen \sqrt{X}$

O.M	Tratamientos	Promedios		$\alpha = 5\%$
		D.O.	D.T.	
1°	A2 B2: Bacon X 400 ppm	97.92%	1.49	a
2°	A3 B2: Mexicano X 400 ppm	89.52%	1.31	a b
3°	A2 B1: Bacon X 200 ppm	87.50%	1.23	a b
4°	A3 B1: Mexicano X 200 ppm	87.50%	1.22	a b
5°	A1 B1: Duke 7 X 200 ppm	79.17%	1.10	a b c
6°	A2 B3: Bacon X 600 ppm	66.67%	0.96	b c
7°	A2 B0: Bacon X 00 ppm	64.58%	0.94	b c
8°	A1 B2: Duke 7 X 400 ppm	58.33%	0.87	b c d
9°	A3 B0: Mexicano X 00 ppm	58.33%	0.87	b c d
10°	A1 B0: Duke 7 X 00 ppm	33.33%	0.61	c d e
11°	A3 B3: Mexicano x 600 ppm	14.58%	0.36	d e
12°	A1 B3: Duke 7 X 600 ppm	8.33%	0.29	e

En el Cuadro 05, se observa la Prueba de Tukey de la interacción variedad x dosis del porcentaje de germinación a los 15 DDG, el cual muestra que los tratamientos del 1° al 5° lugar del O.M. estadísticamente sus promedios son iguales, superando a los tratamientos del 6° al 12° lugar. Del que destaca el tratamiento A2 B3 (Bacon X 400 ppm) con 97.92 % de los datos originales y el último lugar lo ocupa el tratamiento A1 B3 (Duke 7 X 600 ppm) con 8.33 % de los datos originales.

De acuerdo al análisis de varianza del Cuadro 03, se halló diferencia significativa al nivel del 5% en el efecto doble, por lo que se efectuó el análisis de varianza adicional para determinar los efectos simples del porcentaje de germinación a los 15 DDS, que se presenta en el Cuadro 06, mostrando las variedades de palto alta significación a nivel del 5 y 1% sobre la dosis B2 y B3; así como las dosis de ácido giberélico sobre las variedades A1, A2 y A3.

Cuadro 06. Análisis de Varianza de los efectos simples del porcentaje de germinación a los 15 DDS. Datos transformados $\arcsen \sqrt{X}$

F.V	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Efectos simples del factor A en B						
A en B0	2	0.18	0.09	2.99 ^{n.s.}	3.40	5.61
A en B1	2	0.09	0.04	1.44 ^{n.s.}	3.40	5.61
A en B2	2	0.60	0.30	9.93 **	3.40	5.61
A en B3	2	0.81	0.41	13.57**	3.40	5.61
Efectos simples del factor B en A						
B en A1	3	1.11	0.37	12.29 **	3.01	4.72
B en A2	3	0.60	0.20	6.67 **	3.01	4.72
B en A3	3	1.65	0.55	18.30 **	3.01	4.72
Error	24	0.72	0.03			
TOTAL	35	5.23				

En las Figuras 04 y 05 se expresa el resultado del Cuadro 05 donde nos muestra que las variedades de palto no tienen efecto alguno respecto al porcentaje de germinación cuando se aplican las dosis B0 y B1 de ácido giberélico, pero si existe significación al aplicarse las dosis B2 y B3 (Figura 04). Por otro lado, el efecto de las dosis de ácido giberélico tiene efecto sobre las variedades de palto (Figura 05). Se detectó que la variedad A2 (Bacon) es la que presenta mayor porcentaje de germinación (igual que la variedad A3) si se aplica la dosis B2 (400 ppm), y menor porcentaje de germinación si se aplica la dosis B3 (600 ppm) de ácido giberélico.

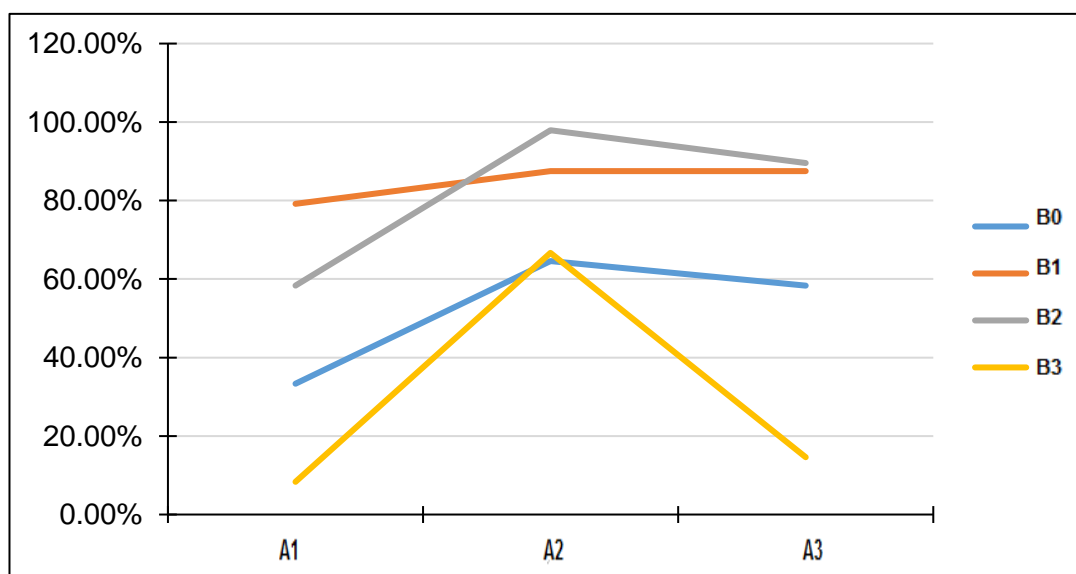


Figura 04. Efecto del porcentaje de germinación en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 15 DDS

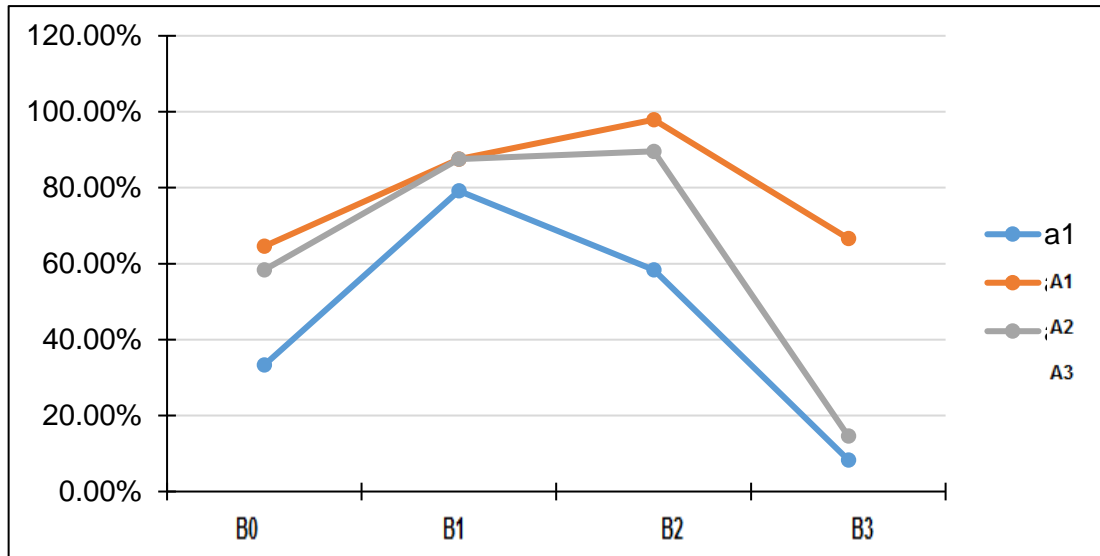


Figura 05. Efecto del porcentaje de germinación en la interacción dosis de ácido giberélico x variedades de palto a los 15 DDS

Como se muestra en las Figuras 06 y 07, a los 15 y 21 DDS, se observó que los promedios de los tratamientos con las dosis B1 y B2 sobre las variedades A1, A2 y A3 han favorecido el porcentaje de germinación de las semillas de palto (Figura 06). A los 21 DDS, las variedades A2 y A3 obtuvieron un porcentaje de germinación uniforme con las dosis de ácido giberélico empleadas, así como la variedad A1 con la dosis B2.

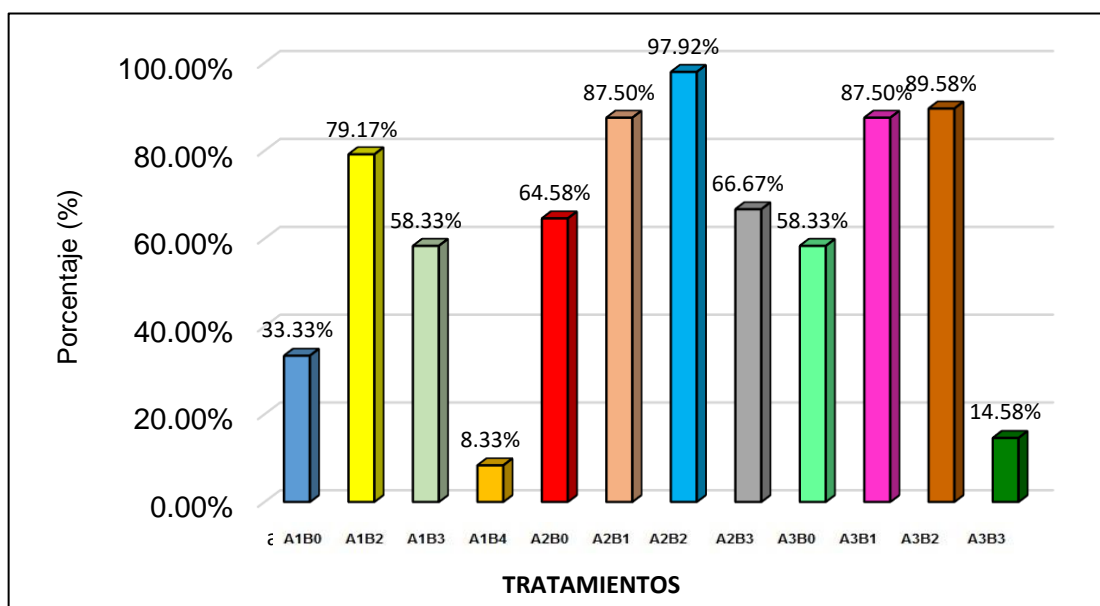


Figura 06. Porcentaje de germinación a los 15 DDS

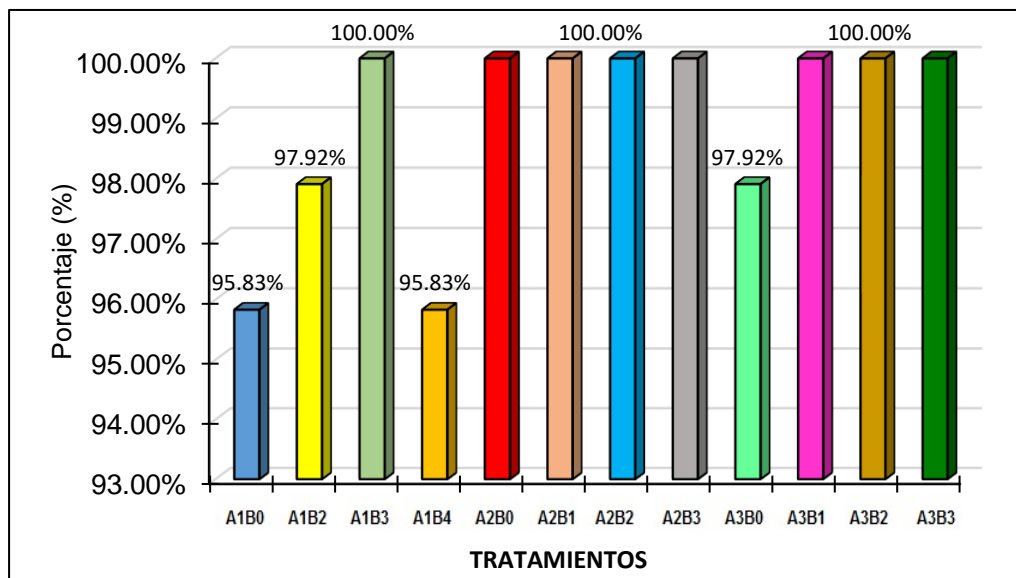


Figura 07. Porcentaje de germinación a los 21 DDS

4.2. Desarrollo radicular

4.1.1. Longitud de raíces

Los resultados se indican en el Anexo 03, 04 y 05, donde se presentan los promedios obtenidos. A continuación, la interpretación del ANVA, la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey y el ANVA de efectos simples de longitud de raíces a los 30 DDG.

En el Cuadro 07, que consigna el análisis de varianza de la longitud de raíz, se ha determinado mediante la Prueba de Fischer que a los 10 y 20 DDG el efecto principal variedades de palto, ácido giberélico mostraron diferencias estadísticas altamente significativas en ambos niveles de significación, no siendo así en las interacciones dobles. Sin embargo, a los 30 DDG tanto el efecto principal variedades de palto, ácido giberélico y la interacción doble resultaron obtener diferencias estadísticas significativas al nivel del 5 y 1% de margen de error, razón por el cual se realizó un análisis de varianza adicional

que expresen los efectos simples de la longitud de raíz de los efectos principales y del efecto de la interacción doble.

El coeficiente de variabilidad a los 10 DDG fue de 6.06% con una desviación estándar de ± 0.04 mm para efectos principales variedades de palto e interacción doble y ± 0.05 mm para efecto principal dosis de ácido giberélico. A los 20 DDG, el coeficiente de variabilidad fue de 4.96% con una desviación estándar de ± 0.03 para efectos principales, ± 0.10 mm para efecto principal variedad de palto, ± 0.12 mm para efecto principal dosis de ácido giberélico y ± 0.06 mm de interacción doble. A los 30 DDG, el coeficiente de variabilidad fue de 4.93%, con una desviación estándar de ± 0.20 , ± 0.23 y ± 0.11 mm respectivamente. Estos coeficientes nos brindan confiabilidad en la información obtenida.

Al realizar la Prueba Múltiple de Tukey al nivel del 95% de confiabilidad visualizada en el Cuadro 08, se confirma los resultados obtenidos mediante la Prueba de "F", que por medio del cual los promedios del efecto principal variedad de palto resultaron ser diferentes entre sí estadísticamente, del que destaca la variedad A2 (Bacon) a los 10, 20 y 30 DDG. Con respecto al efecto principal dosis de ácido giberélico las dosis B2 y B1 son estadísticamente iguales, que a su vez son superiores frente a las dosis B3 y B0 manteniendo este comportamiento hasta los 30 DDG.

Cuadro 07. Análisis de Varianza de la longitud de raíces de la semilla a los 10, 20 y 30 DDG.

F.V	GL	10 DDG			20 DDG			30 DDG			F TAB	
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	5%	1%
A	2	33.34	16.67	1032.18 **	298.52	149.26	1253.88 **	1318.98	659.49	1426.21 **	3.40	5.61
B	3	0.98	0.33	20.23 **	9.76	3.25	27.32 **	36.85	12.28	26.56 **	3.01	4.72
AB	6	0.23	0.04	2.36 n.s.	1.65	0.28	2.31 n.s.	7.19	1.20	2.59 *	2.51	3.67
Error experimental	24	0.39	0.02		2.86	0.12		11.10	0.46			
TOTAL	35	34.94			312.79			1374.12				
\bar{X}		2.33 mm			6.98 mm			13.75 mm				
$S\bar{X}$	$S\bar{X}$ (A)	± 0.04			± 0.10			± 0.20				
	$S\bar{X}$ (B)	± 0.05			± 0.12			± 0.23				
	$S\bar{X}$ (AB)	± 0.04			± 0.06			± 0.11				
CV		6.06 %			4.96 %			4.93 %				

Cuadro 08. Prueba de Tukey de la longitud de raíces de la semilla a los 10, 20 y 30 DDG.

O.M.	10 DDG			20 DDG			30 DDG		
	Trat	Promedios (mm)	$\alpha = 5\%$	Trat.	Promedios (mm)	$\alpha = 5\%$	Trat	Promedios (mm)	$\alpha = 5\%$
Efecto principal de la variedad de palto (A)									
1°	A2: Bacon	3.23	a	A2: Bacon	9.67	a	A2: Bacon	19.34	a
2°	A1: Duke 7	2.78	b	A1: Duke 7	8.29	b	A1: Duke 7	16.58	b
3°	A3: Mexicano	1.00	c	A3: Mexicano	2.99	c	A3: Mexicano	5.34	c
Efecto principal de la dosis de ácido giberélico (B)									
1°	B2: 400 ppm	2.54	a	B2: 400 ppm	7.61	a	B2: 400 ppm	14.97	a
2°	B1: 200 ppm	2.41	a b	B1: 200 ppm	7.21	a b	B1: 200 ppm	14.19	a b
3°	B3: 600 ppm	2.31	b	B3: 600 ppm	6.93	b	B3: 600 ppm	13.64	b
4°	B0: 0 ppm	2.09	c	B0: 0 ppm	6.19	c	B0: 0 ppm	12.20	c

Considerando el análisis de varianza del Cuadro 07, donde se halló diferencias significativas al 5% en la interacción doble, se procedió a realizar el análisis de varianza adicional, en el que se muestre los efectos simples de la longitud de raíces que se presenta en el Cuadro 08. En dicho Cuadro, todos los promedios de efectos simples del factor A en B y del factor B en A, denotan alta significación estadística en ambos niveles de significación del 5 y 1%.

Cuadro 09. Prueba de Tukey de la interacción variedad x dosis de la longitud de raíces a los 30 DDG.

O.M	Tratamientos	Promedios (mm)	$\alpha = 5\%$
1°	A2 B2: Bacon X 400 ppm	21.05	a
2°	A2 B1: Bacon X 200 ppm	20.30	a
3°	A2 B3: Bacon X 600 ppm	19.25	a b
4°	A1 B2: Duke 7 X 400 ppm	17.60	b c
5°	A1 B1: Duke 7 X 200 ppm	16.75	c d
6°	A2 B0: Bacon X 0 ppm	16.75	c d
7°	A1 B3: Duke 7 X 600 ppm	16.40	c d
8°	A1 B0: Duke 7 X 0 ppm	15.55	d
9°	A3 B2: Mexicano X 400 ppm	6.25	e
10°	A3 B1: Mexicano X 200 ppm	5.53	e
11°	A3 B3: Mexicano x 600 ppm	5.28	e
12°	A3 B0: Mexicano X 0 ppm	4.30	e

Cuadro 10. Análisis de Varianza de los efectos simples de la longitud de raíz a los 30 DDG.

F.V	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Efectos simples del factor A en B						
A en B0	2	283.08	141.54	4718.07 **	3.40	5.61
A en B1	2	310.09	155.04	5168.13 **	3.40	5.61
A en B2	2	359.68	179.84	5994.63 **	3.40	5.61
A en B3	2	327.19	163.59	5453.15 **	3.40	5.61
Efectos simples del factor B en A						
B en A1	3	6.49	2.16	72.08 **	3.01	4.72
B en A2	3	31.69	10.56	352.06 **	3.01	4.72
B en A3	3	5.87	1.96	65.22 **	3.01	4.72
Error	24	11.10	0.46			
TOTAL	35	1374.12				

Considerando el análisis de varianza del Cuadro 07, donde se halló las diferencias significativas al 5% en la interacción doble, se procedió a realizar el análisis de varianza adicional, en el que se muestre los efectos simples de la longitud de raíces que se presenta en el Cuadro 08. En dicho Cuadro, todos los promedios de efectos simples del factor A en B y del factor B en A, denotan alta significación estadística en ambos niveles de significación del 5 y 1%.

Las Figuras 08 y 09, expresan el resultado del Cuadro 08, donde se evidencia que las variedades de palto tienen efecto respecto a la longitud de raíces, detectando que la variedad A2 (Bacon) obtiene un mejor efecto cuando se aplica la dosis B2 (al igual que en la variedad A1), mientras que en la variedad A3 (Mexicano) las dosis no ejercen un efecto positivo, ya que obtiene menor longitud de raíces.

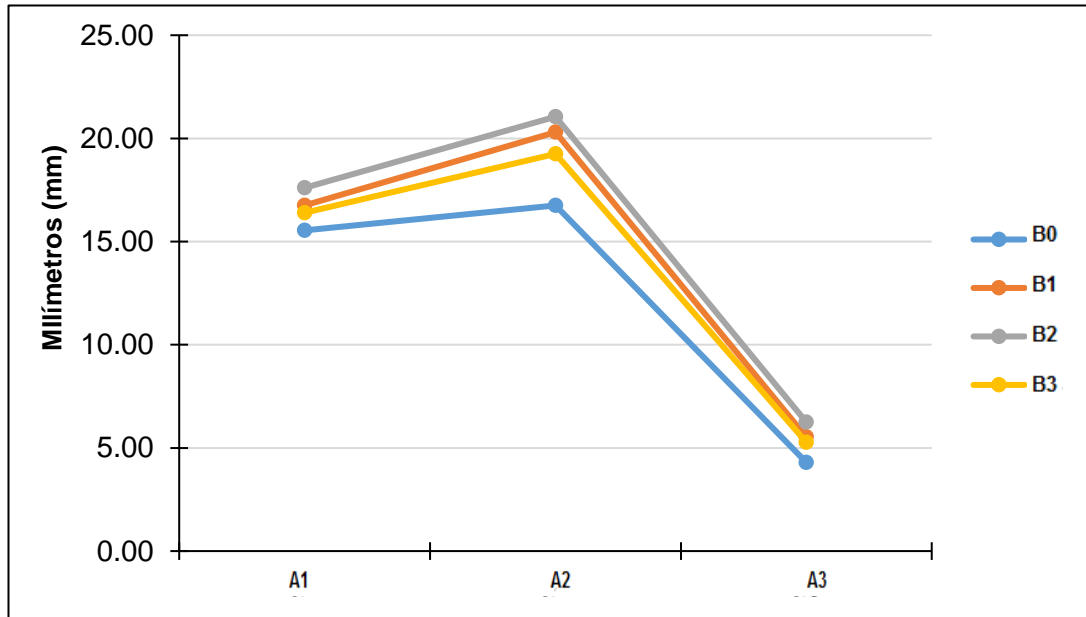


Figura 08. Efecto longitud de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 30 DDG

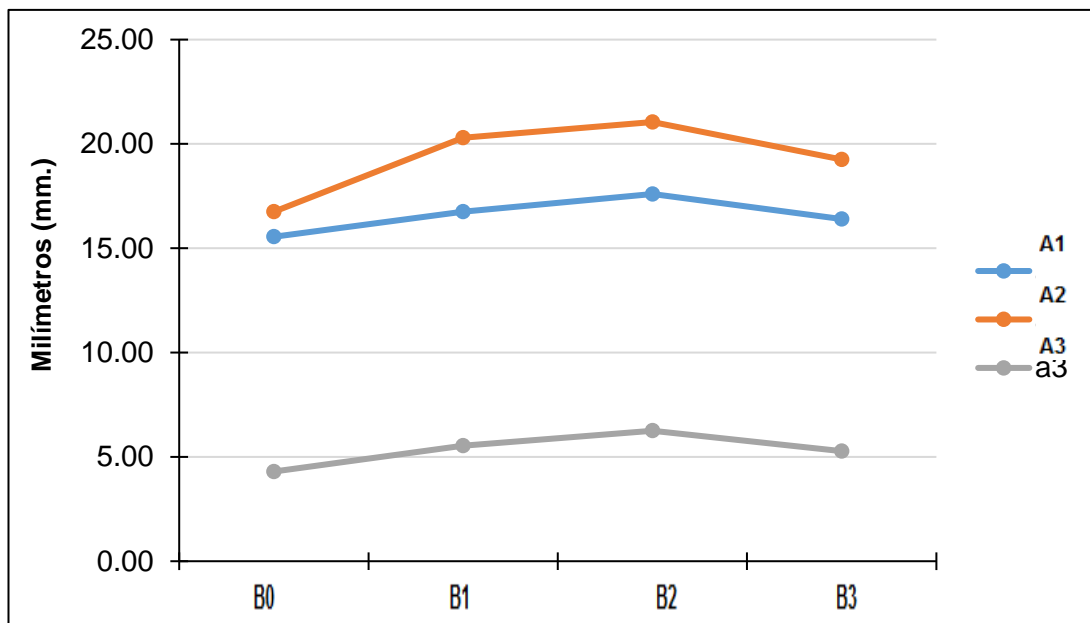


Figura 09. Efecto longitud de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 30 DDG

Las Figuras 10, 11 y 12 muestran la fluctuación de las raíces de palto a los 10, 20 y 30 DDG, donde los promedios de las interacciones dobles, obtuvieron un comportamiento similar, en el que la variedad A1 y A2 con las

dosis de ácido giberélico demuestran obtener una mayor longitud de raíz, del que destaca la variedad A2 y las dosis de ácido giberélico B1, B2 y B3.

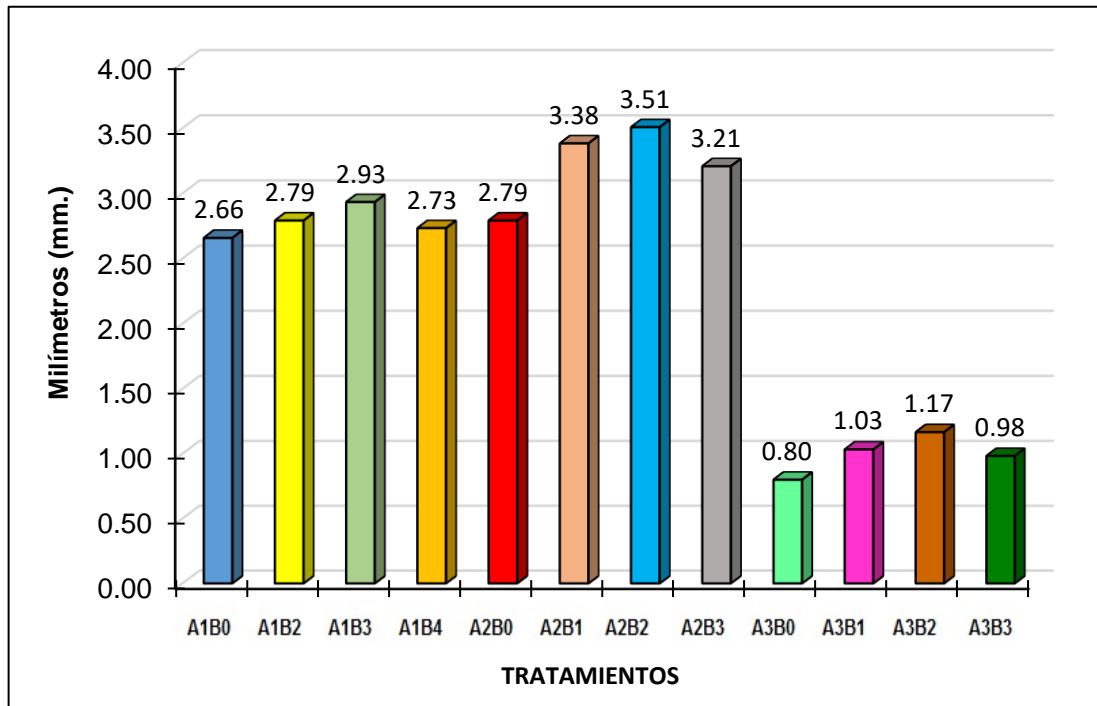


Figura 10. Promedios de la longitud de la raíz a los 10 DDG

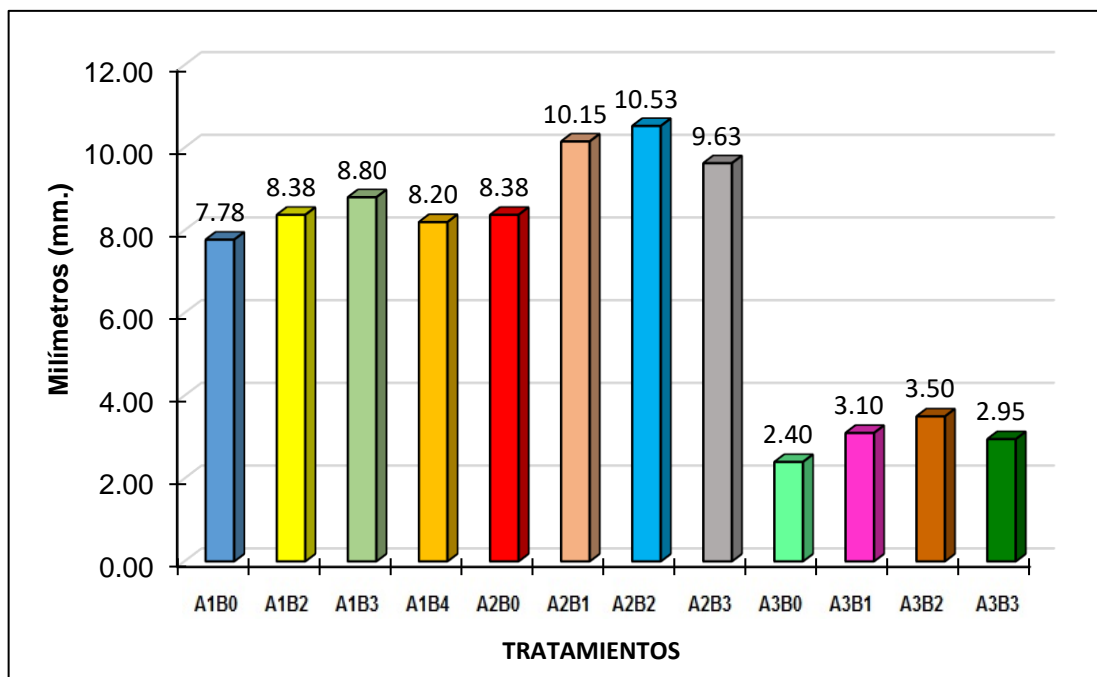


Figura 11. Promedios de la longitud de la raíz a los 20 DDG

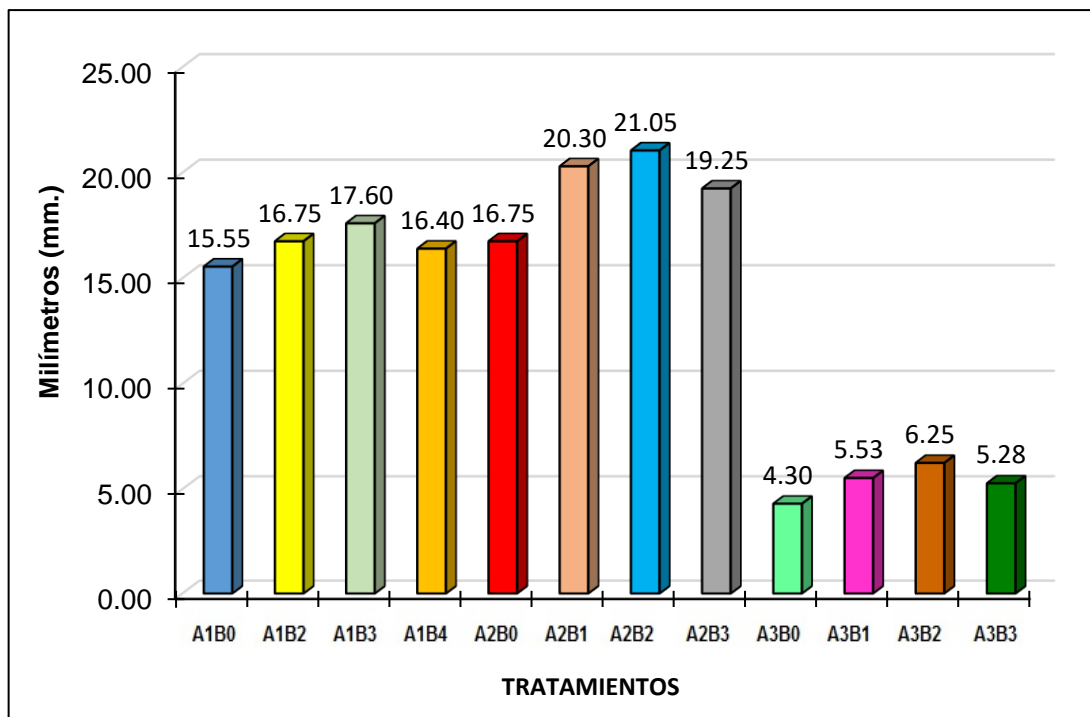


Figura 12. Promedios de la longitud de la raíz a los 30 DDG

4.1.2. Volumen de raíz

Los resultados se indican en el Anexo 06, 07 y 08, donde se presentan los promedios obtenidos. A continuación, la interpretación del ANVA, la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey y el ANVA de efectos simples del volumen de raíz a los 10, 20 y 30 DDG.

Según el Cuadro 11 que corresponde al análisis de varianza del volumen de raíz a los 10, 20 y 30 DDG, se ha determinado mediante la Prueba de Fischer que el efecto principal variedad de palto, el efecto principal ácido giberélico y el efecto interacción variedad de palto x dosis de ácido giberélico, mostraron efecto diferencia estadística significativa al nivel del 5 y 1%.

Para esta evaluación, a los 10 DDG el coeficiente de variabilidad es de 6.29% con una desviación estándar ± 0.00 cc para los efectos principales y el efecto interacción doble. El coeficiente de variabilidad a los 20 DDG es de 5.55% con desviación estándar de ± 0.01 cc para los efectos principales y el

efecto interacción doble. A los 30 DDG el coeficiente de variabilidad es de 5.40% con desviación estándar de ± 0.02 cc para efectos principales y ± 0.01 cc para efecto interacción doble.

La Prueba Múltiple de Tukey a los 10, 20 y 30 DDG que se presenta en el Cuadro 12, corrobora los resultados de la Prueba de Fischer, comprobándose que los promedios del efecto principal de variedad de palto muestran promedios diferentes entre sí, obteniendo el efecto A2 (Bacon) los valores más altos de volumen de raíz (0.29 cc, 0.88 cc y 1.75 cc a los 10, 20 y 30 DDG respectivamente) al 95% de confiabilidad, es decir que mantuvo su comportamiento en lo que respecta a la diferencia entre las variedades de palto.

En el mismo Cuadro, referente al efecto principal dosis de ácido giberélico a los 10, 20 y 30 DDG, comprueba los resultados del ANVA, demostrando que los promedios del efecto principal dosis de ácido giberélico expresan diferencias estadísticas significativas, donde el efecto B2 (400 ppm) y B1 (200 ppm) muestran efectos similares entre sí, los mismos que son superiores a los efectos B3 y B0. El efecto B2 obtiene los valores más altos (0.24 cc, 0.72 y 1.42 cc a los 10, 20 y 30 DDG respectivamente) al 95% de confiabilidad, manteniendo su predominancia entre las dosis de ácido giberélico.

Cuadro 11. Análisis de Varianza del volumen de raíces a los 10, 20 y 30 DDG.

F.V	GL	10 DDG			20 DDG			30 DDG			F TAB	
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	5%	1%
A	2	0.170	0.090	558.67 **	1.570	0.780	577.79 **	7.400	3.700	726.56 **	3.40	5.61
B	3	0.070	0.020	16.84 **	0.060	0.020	15.95 **	0.220	0.070	14.55 **	3.01	4.72
AB	6	0.070	0.010	7.11 **	0.050	0.010	6.16 **	0.210	0.030	6.77 **	2.51	3.67
Error experimental	24	0.040	0.001		0.030	0.000		0.120	0.010			
TOTAL	35	0.190			1.710			7.950				
$\bar{X}...$		0.220 cc			0.670 cc			1.320 cc				
$S\bar{X}$	$S\bar{X}$ (A)	± 0.001 cc			± 0.010 cc			± 0.020 cc				
	$S\bar{X}$ (B)	± 0.001 cc			± 0.010 cc			± 0.020 cc				
	$S\bar{X}$ (AB)	± 0.001 cc			± 0.010 cc			± 0.010 cc				
CV		6.290 %			5.550 %			5.400 %				

Cuadro 12. Prueba de Tukey de volumen de raíces a los 10, 20 y 30 DDG.

O.M.	10 DDG			20 DDG			30 DDG		
	Trat	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$	Trat.	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$	Trat	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$
Efecto principal de la variedad de palto (A)									
1°	A2: Bacon	0.29	A	A2: Bacon	0.88	a	A2: Bacon	1.75	a
2°	A1: Duke 7	0.25	b	A1: Duke 7	0.76	b	A1: Duke 7	1.51	b
3°	A3: Mexicano	0.13	c	A3: Mexicano	0.39	c	A3: Mexicano	0.70	c
Efecto principal de la dosis de ácido giberélico (B)									
1°	B2: 400 ppm	0.24	A	B2: 400 ppm	0.72	a	B2: 400 ppm	1.42	a
2°	B1: 200 ppm	0.23	a b	B1: 200 ppm	0.69	a b	B1: 200 ppm	1.35	a b
3°	B3: 600 ppm	0.22	b	B3: 600 ppm	0.67	b	B3: 600 ppm	1.32	b
4°	B0: 0 ppm	0.20	c	B0: 0 ppm	0.61	c	B0: 0 ppm	1.20	c

Cuadro 13. Análisis de Varianza de los efectos simples del volumen de raíz a los 10, 20 y 30 DDG.

F.V	GL	10 DDG			20 DDG			30 DDG			F TAB	
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	5%	1%
Efectos simples del factor A en B												
A en B0	2	122.03	61.02	2033.85 **	0.26	0.13	4.26 *	1.25	0.62	20.81 **	3.40	5.61
A en B1	2	138.42	69.21	2307.00 **	0.27	0.13	4.42 *	1.29	0.65	21.52 **	3.40	5.61
A en B2	2	151.52	75.76	2525.40 **	0.50	0.25	8.40 **	2.34	1.17	38.96 **	3.40	5.61
A en B3	2	151.14	75.57	2519.03 **	0.44	0.22	7.37 **	2.05	1.02	34.12 **	3.40	5.61
Efectos simples del factor B en A												
B en A1	3	3.93	1.31	43.66 **	0.00	0.00	0.05 n.s.	0.02	0.01	0.18 n.s.	3.01	4.72
B en A2	3	12.49	4.16	138.77 **	0.10	0.03	1.13 n.s.	0.41	0.14	4.52 *	3.01	4.72
B en A3	3	3.01	1.00	33.43 **	0.00	0.00	0.04 n.s.	0.01	0.00	0.13 n.s.	3.01	4.72
Error	24	0.04	0.00		0.03	0.00		0.12	0.01			
TOTAL	35	0.19			1.71			7.95				

Cuadro 14. Prueba de Tukey de la interacción variedad x dosis del volumen de raíz a los 10, 20 y 30 DDG.

O.M	10 DDG			20 DDG			30 DDG		
	Tratamiento	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$	Tratamiento	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$	Tratamiento	Promedios (cc)	$\alpha = 5\%$
1°	A2B2: Bacon X 400 ppm	3.51	a	A2B2: Bacon X 400 ppm	10.53	a	A2B2: Bacon X 400 ppm	21.05	a
2°	A2B1: Bacon X 200 ppm	3.39	a	A2B1: Bacon X 200 ppm	10.15	a	A2B1: Bacon X 200 ppm	20.30	a
3°	A2B3: Bacon X 600 ppm	3.21	a b	A2B3: Bacon X 600 ppm	9.63	a b	A2B3: Bacon X 600 ppm	19.25	a b
4°	A1B2: Duke 7 X 400 ppm	2.94	b c	A1B2: Duke 7 X 400 ppm	8.80	b c	A1B2: Duke 7 X 400 ppm	17.60	b c
5°	A2B0: Bacon 7 X 0 ppm	2.79	c	A2B0: Bacon 7 X 0 ppm	8.38	c d	A2B0: Bacon 7 X 0 ppm	16.75	c
6°	A1B1: Duke 7 X 0 ppm	2.79	c	A1B1: Duke 7 X 0 ppm	8.38	c d	A1B1: Duke 7 X 0 ppm	16.75	c d
7°	A1B3: Duke 7 X 600 ppm	2.74	c	A1B3: Duke 7 X 600 ppm	8.20	c d	A1B3: Duke 7 X 600 ppm	16.40	c d
8°	A B0: Duke 7 X 0 ppm	2.66	c	A1B0: Duke 7 X 0 ppm	7.78	d	A1B0: Duke 7 X 0 ppm	15.55	d
9°	A3B2: Mexicano X 200 ppm	1.17	d	A3B2: Mexicano X 200 ppm	3.50	e	A3B2: Mexicano X 200 ppm	6.25	e
10°	A3B1: Mexicano X 200 ppm	1.04	d	A3B1: Mexicano X 200 ppm	3.10	e f	A3B1: Mexicano X 200 ppm	5.53	e
11°	A3B3: Mexicano x 600 ppm	0.99	d	A3B3: Mexicano x 600 ppm	2.95	e f	A3 B3: Mexicano x 600 ppm	5.28	e
12°	A3 B0: Mexicano X 0 ppm	0.80	d	A3 B0: Mexicano X 0 ppm	2.40	f	A3 B0: Mexicano X 0 ppm	4.30	e

El Cuadro 14, muestra la Prueba de Tukey para la interacción variedad x dosis a los 10, 20 y 30 DDG, donde que la variedad Bacon al combinarse con las dosis B1 (200 ppm), B2 (400 ppm) y B3 (600 ppm) obtuvo promedios que no son estadísticamente diferentes, pero superan a los tratamientos del 4° al 12° lugar del O.M.

Considerando el análisis de varianza del Cuadro 11, en el que se determinó diferencias estadísticas significativas al 5 y 1% en el efecto doble, se procedió a realizar el análisis de varianza adicional para hallar los efectos simples del volumen de raíz a los 10, 20 y 30 DDG.

En dicho Cuadro, a los 10 DDG, las variedades muestran significación a nivel del 5 y 1% sobre la dosis, sin embargo estas expresan alta significación al nivel del 5 y 1% sobre las variedades A1 (Duke 7), A2 (Bacon) y A3 (Mexicano). En cambio, a los 20 DDG, sucede en las variedades existe significación estadística al 5% sobre las dosis B0 (0 ppm) y B1 (200 ppm), mientras que sobre las dosis B2 (400 ppm) y B3 (600 ppm) denota alta significación estadística al 5 y 1%; las dosis no muestran diferencias en sus promedios sobre las variedades. No obstante, a los 30 DDG, las variedades sobre las dosis obtuvieron alta diferencia estadística significativa, mientras que en las dosis, solo muestra significación al 5% al emplearse el efecto B2 (400 ppm).

El ANVA del Cuadro 11 indica diferencias significativas en el factor variedades, en las Figuras 14, 16 y 18, estas diferencias no se manifiestan en todos los niveles del factor, los promedios de las dosis B1, B2 y B3 son semejantes, siendo menor en la dosis B0, esta diferencia que si puede resultar significativa. El resultado del ANVA, también indica que las dosis tienen

diferencias significativas a los 10 y 30 DDG, sin embargo, se observan diferencias en las Figuras 15, 17 y 19 con respecto a los niveles A1 y A2 a los 10, 20 y 30 DDG. En los niveles A1 y A2 existe similitud en el nivel B0 a los 20 y 30 DDG.

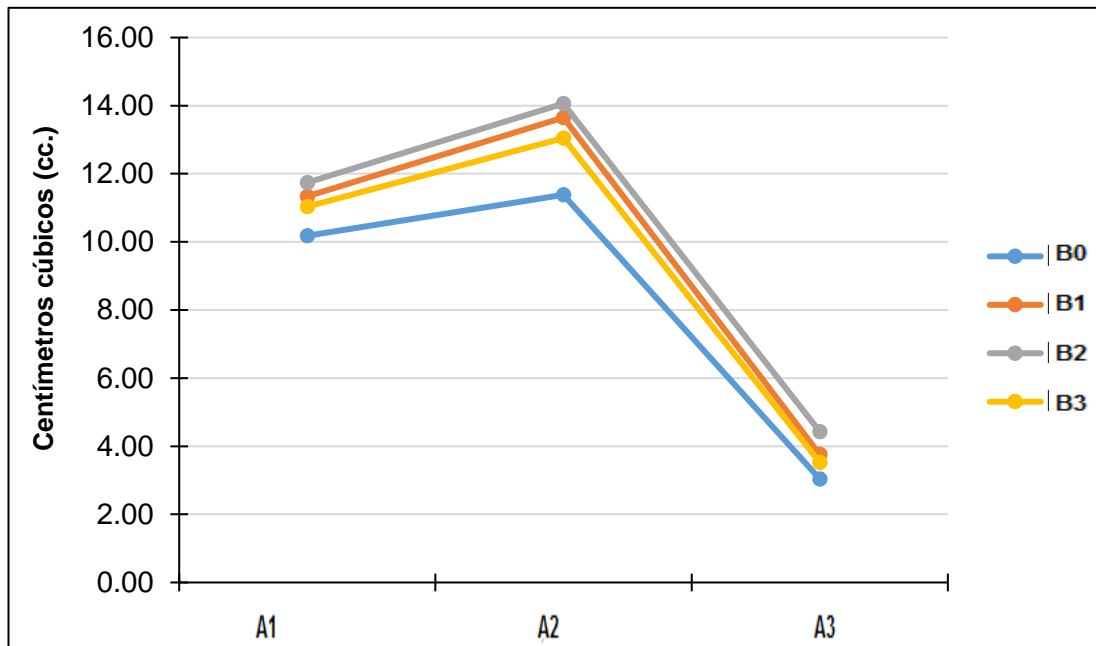


Figura 13. Efecto volumen de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 10 DDG

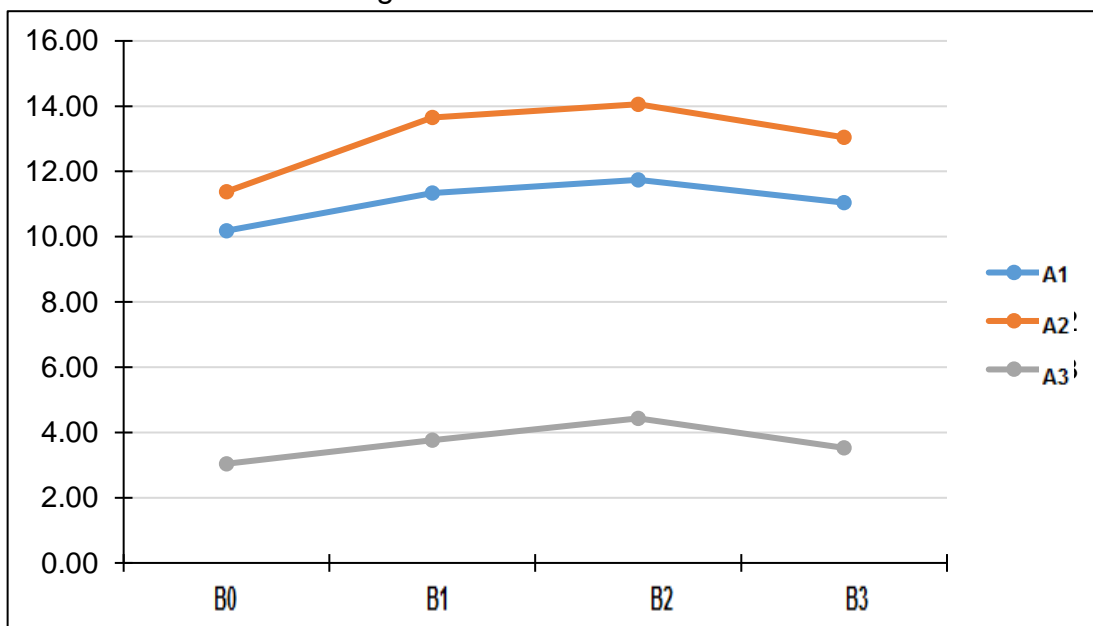


Figura 14 Efecto volumen de raíz en la interacción dosis de ácido giberélico x variedades de palto a los 10 DDG.

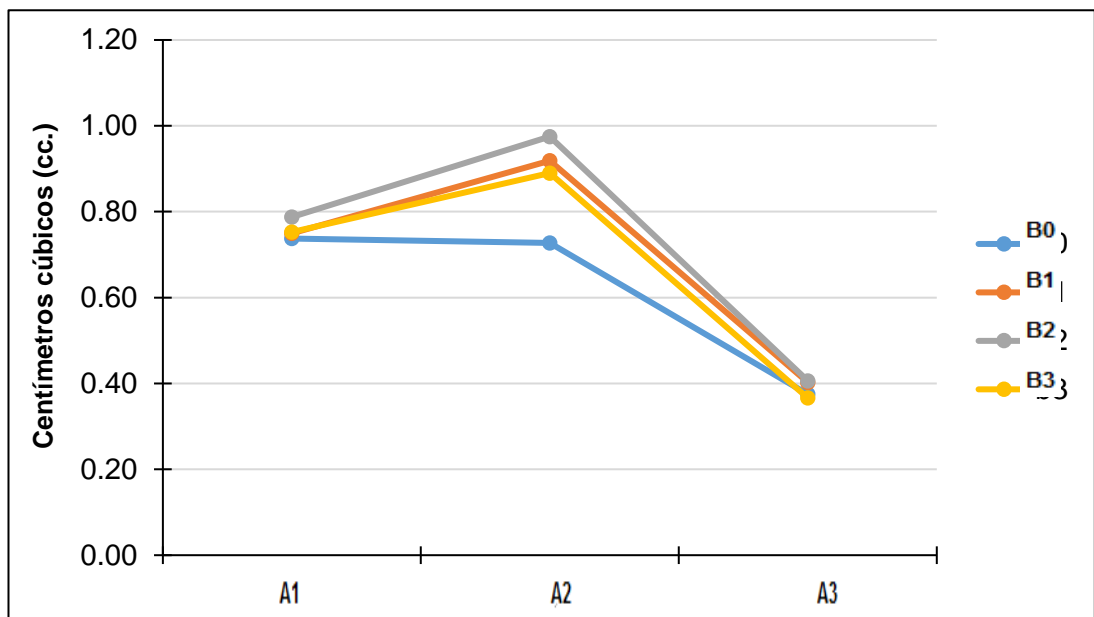


Figura 15. Efecto volumen de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 20 DDG

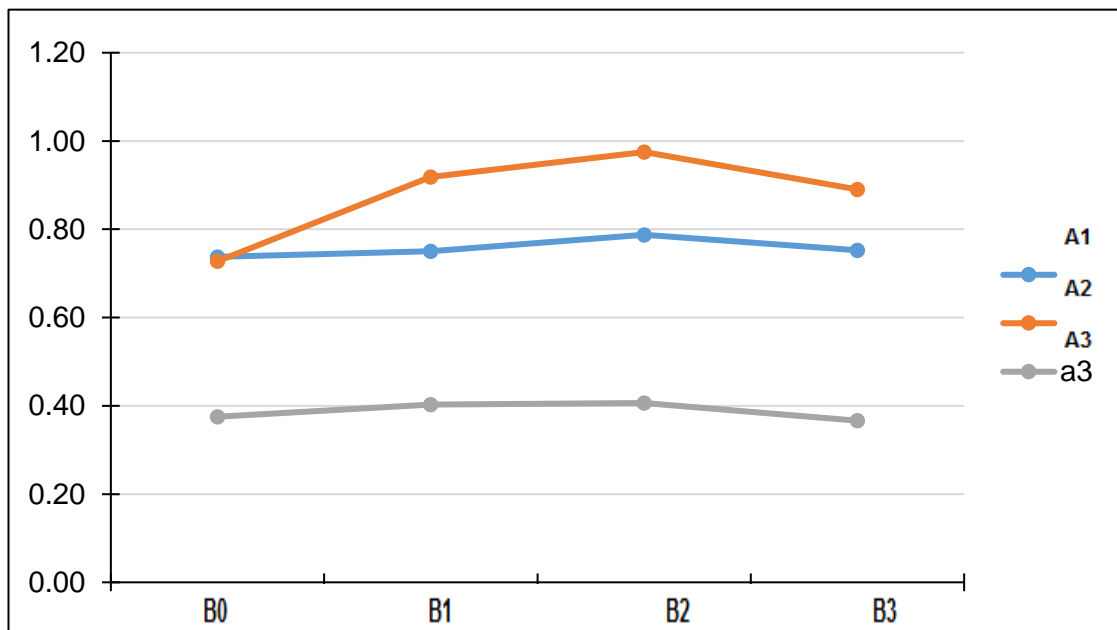


Figura 16. Efecto volumen de raíz en la interacción dosis de ácido giberélico x variedades de palto a los 20 DDG

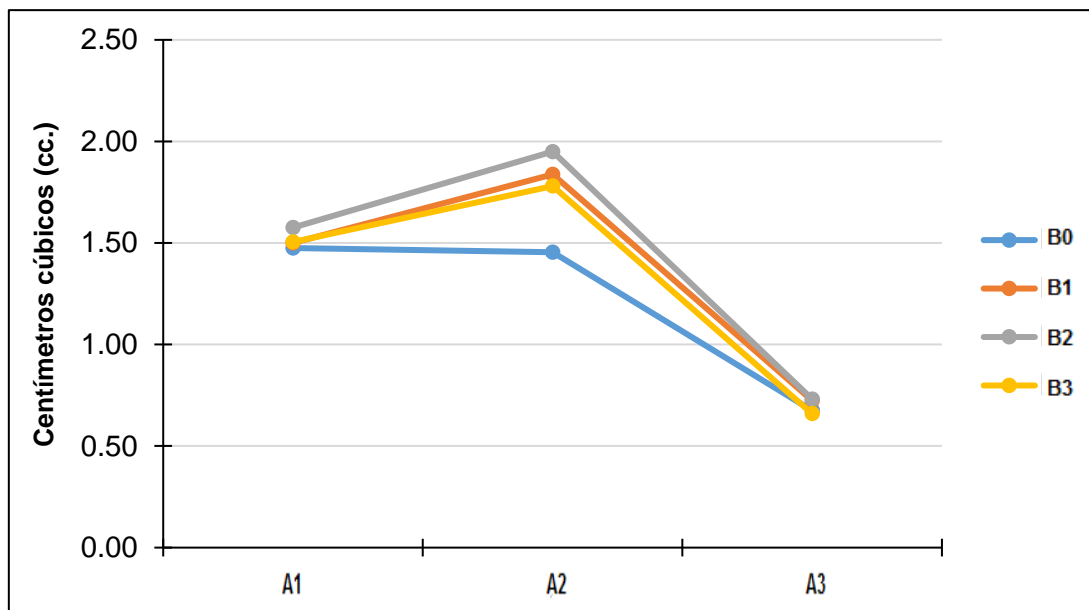


Figura 17. Efecto volumen de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 30 DDG

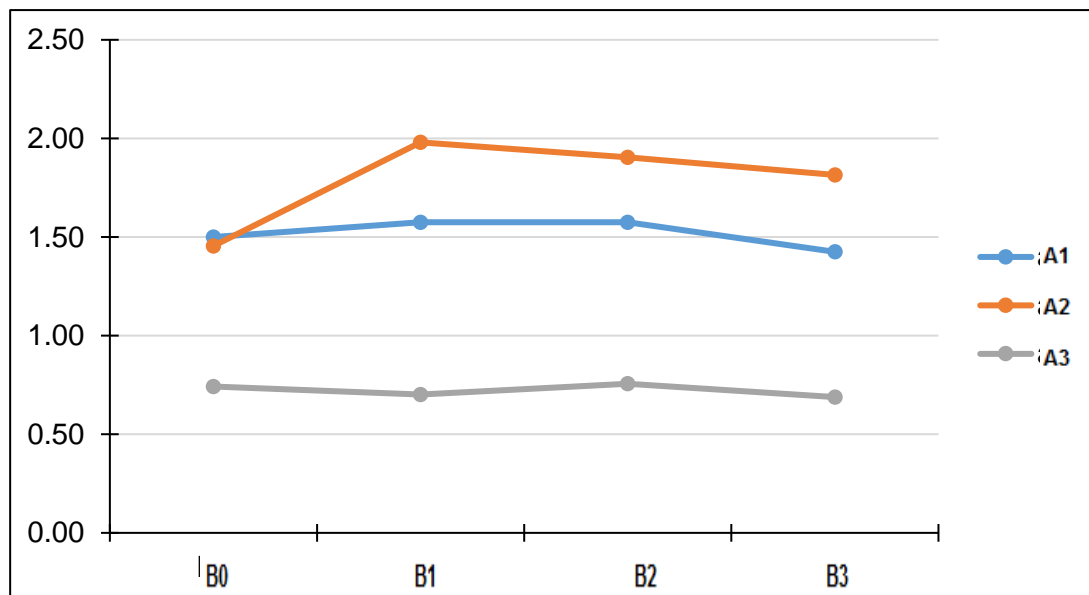


Figura 19. Efecto volumen de raíz en la interacción dosis de ácido giberélico x variedades de palto a los 30 DDG

Como se observa en las Figuras del 19 al 20, la variedad A2 (Bacon) con las dosis B1, B2 y B3 se obtiene un mayor resultado en el volumen de

raíz, los volúmenes menores fueron reportados por la variedad A3 (Mexicano) con aplicación de las dosis de ácido giberélico en estudio. Estos resultados se mantienen hasta los 30 DDG.

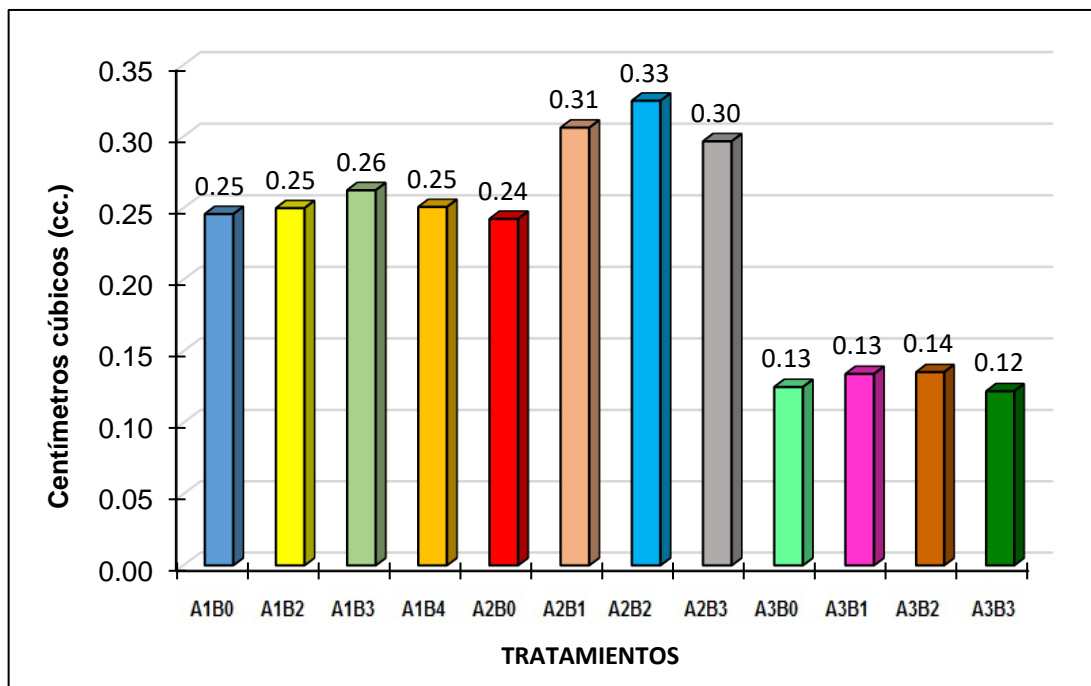


Figura 20. Promedios del volumen de raíz a los 10 DDG

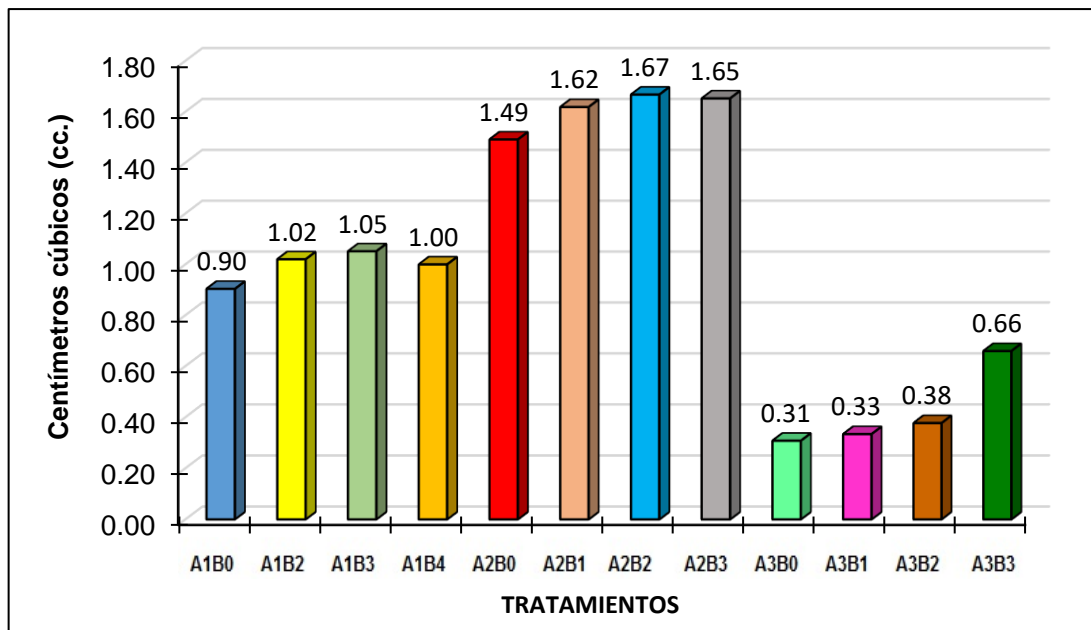


Figura 21. Promedios del volumen de raíz a los 20 DDG

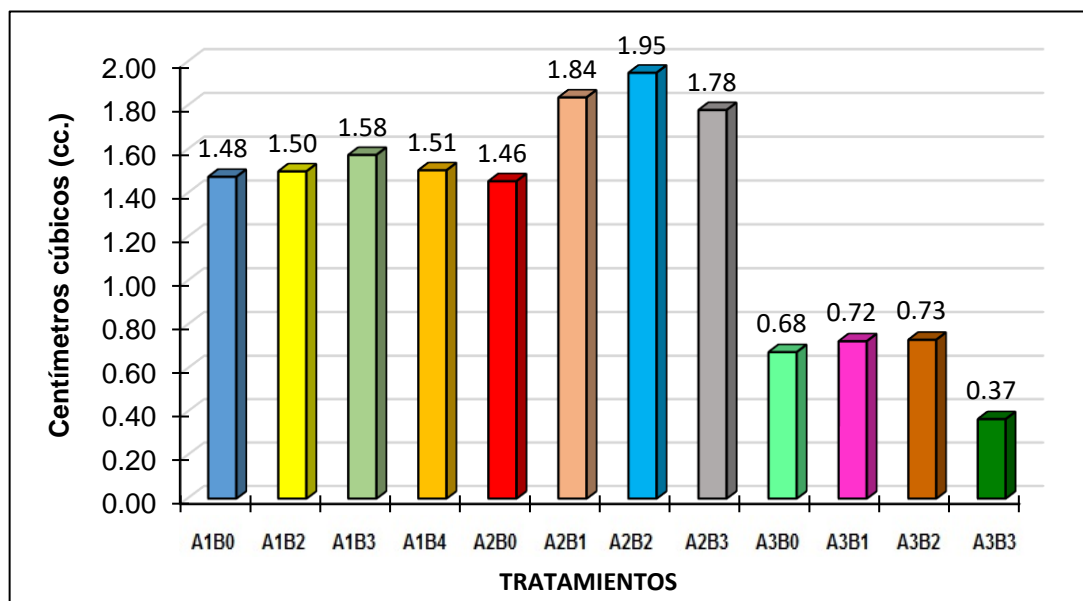


Figura 22. Promedios del volumen de raíz a los 30 DDG

4.1.3. Peso de raíz

Los resultados se indican en el Anexo 09, 10 y 11, donde se presentan los promedios obtenidos. A continuación, la interpretación del ANVA, la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey y el ANVA de efectos simples del peso de raíz a los 30 DDG.

Efectuado el análisis de varianza del peso de raíz a los 10, 20 y 30 DDG, consignado en el Cuadro 15, indica que la Prueba de Fischer al nivel del 5 y 1% los efectos principales variedades de palto y dosis de ácido giberélico muestran diferencias altamente significativas, mientras que el efecto de la interacción doble no obtuvo diferencias significativas a los 10 y 20 DDG, a excepción en los 30 DDG donde la interacción doble mostró diferencias significativas al 5 y 1%, razón por el cual se realizó un análisis de varianza adicional donde muestre los efectos simples del peso de raíz.

Los coeficientes de variabilidad para esta evaluación son de 3.81, 2,82 y 3.44% a los 10, 20 y 30 DDG lo que indica eficiencia en la recolección de datos y confiabilidad del análisis estadístico.

La Prueba Múltiple de Tukey en el Cuadro 16 al 95% de confiabilidad a los 10, 20 y 30 DDG, muestra alta variabilidad entre los tratamientos difiriendo entre sus promedios, en el que destaca el efecto A2 (Bacon) sobre los efectos A1 (Duke 7) y A3 (Mexicano) con 0.18, 0.54 y 1.16 g. a los 10, 20 y 30 DDG. Para el efecto principal dosis de ácido giberélico a los 10 DDG los tratamientos B2 (400 ppm), B1 (200 ppm) y B3 (600 ppm) son estadísticamente iguales superando al testigo B0 (0 ppm), a los 20 DDG los promedios tratamientos B2 y B1 no muestran significación y a su vez superan a los tratamientos B3 y B0. No obstante, este comportamiento cambia a los 30 DDG en el que el promedio del tratamiento B3 resulta ser superior en comparación a los tratamientos B2, B1 y B0.

Realizada la Prueba de Tukey de la interacción variedad x dosis del peso de raíz a los 30 DDG en el Cuadro 17, el cual expresa que la variedad Bacon más aplicaciones de las dosis b_2 (400 ppm), b_3 (600 ppm) y b_1 (200 ppm) muestran igualdad estadística en sus promedios y a la vez son superiores con respecto a los tratamientos del O.M. del 3° al 12° lugar. Por otro lado, la interacción variedad Bacon x 400 ppm de ácido giberélico es que mayor peso de raíz obtuvo y el menor peso la interacción Mexicano x 0 ppm de ácido giberélico.

Según el análisis de varianza del Cuadro 15, se halló diferencia estadística significativa en el efecto de la interacción doble a nivel del 5 y 1%, razón por el cual se efectuó un análisis de varianza adicional para determinar

los efectos simples del peso de la raíz y que se presenta en el Cuadro 15, mostrando el efecto variedades de palto alta significación estadística significativa al nivel del 5 y 1% sobre las dosis de ácido giberélico; mientras que las dosis de ácido giberélico no fueron significativas sobre las variedades de palto.

Las Figuras 20 y 21 expresan el resultado del Cuadro 18, mediante los cuales se muestra que las dosis de ácido giberélico no tienen efecto sobre la variación del peso de raíz al aplicarse en la variedad A3 (Mexicano), mientras que las variedades A2 y A1 muestran efecto sobre la variación del peso de raíz cuando se aplican las dosis B2 y B1.

Cuadro 15. Análisis de Varianza del peso de raíces a los 10, 20 y 30 DDG.

F.V	GL	10 DDG			20 DDG			30 DDG			F TAB	
		SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	SC	CM	Fc	5%	1%
A	2	0.080	0.04	1598.11 **	0.740	0.372	3237.24 **	8.480	4.240	3589.84 **	3.40	5.61
B	3	0.001	0.001	9.63 **	0.010	0.001	24.87 **	0.190	0.060	54.67 **	3.01	4.72
AB	6	0.001	0.001	0.63 n.s.	0.001	0.001	2.18 n.s.	0.140	0.020	19.66 **	2.51	3.67
Error experimental	24	0.001	0.001		0.001	0.001		0.030	0.001			
TOTAL	35	0.083			0.752			8.840				
$\bar{X}...$		0.120 g			0.350 g.			1.010 g				
$S\bar{X}$	$S\bar{X}$ (A)	± 0.001 g			± 0.001 g			± 0.010 g				
	$S\bar{X}$ (B)	± 0.001 g			± 0.001 g			± 0.010 g				
	$S\bar{X}$ (AB)	± 0.001 g			± 0.001 g			± 0.010 g				
CV		3.810 %			2.820 %			3.440 %				

Cuadro 16. Prueba de Tukey del peso de raíces a los 10, 20 y 30 DDG.

O.M.	10 DDG			20 DDG			30 DDG		
	Trat	Promedios (g.)	$\alpha = 5\%$	Trat.	Promedios (g.)	$\alpha = 5\%$	Trat	Promedios (g.)	$\alpha = 5\%$
Efecto principal de la variedad de palto (A)									
1°	A2: Bacon	0.18	a	A2: Bacon	0.54	a	A2: Bacon	1.61	a
2°	A1: Duke 7	0.11	b	A1: Duke 7	0.34	b	A1: Duke 7	0.99	b
3°	A3: Mexicano	0.06	c	A3: Mexicano	0.19	c	A3: Mexicano	0.42	c
Efecto principal de la dosis de ácido giberélico (B)									
1°	B2: 400 ppm	0.12	a	B2: 400 ppm	0.37	a	B3: 400 ppm	1.10	a
2°	B1: 200 ppm	0.12	a	B1: 200 ppm	0.36	a b	B2: 200 ppm	1.03	b
3°	B3: 600 ppm	0.12	a	B3: 600 ppm	0.36	b	B1: 600 ppm	0.99	b
4°	B0: 0 ppm	0.11	b	B0: 0 ppm	0.33	c	B0: 0 ppm	0.90	c

Cuadro 17. Prueba de Tukey de la interacción variedad x dosis del peso de raíz a los 30 DDG

O.M	Tratamientos	Promedios (g.)	$\alpha = 5\%$
1°	a2 b2: Bacon X 400 ppm	1.67	a
2°	a2 b3: Bacon X 600 ppm	1.65	a
3°	a2 b1: Bacon X 200 ppm	1.62	a
4°	a2 b0: Bacon X 0 ppm	1.49	b
5°	a1 b2: Duke7 X 400 ppm	1.05	c
6°	a1 b1: Duke 7 X 200 ppm	1.02	c
7°	a1 b3: Duke 7 X 600 ppm	1.00	c d
8°	a1 b0: Duke 7 X 0 ppm	0.90	d
9°	a3 b3: Mexicano X 600 ppm	0.66	e
10°	a3 b2: Mexicano X 400 ppm	0.38	f
11°	a3 b1: Mexicano x 200 ppm	0.33	f
12°	a3 b0: Mexicano X 0 ppm	0.31	f

Como se observan en las Figuras del 25 al 27, alcanzaron los valores más altos de peso de raíz, aquellos promedios de tratamientos donde se aplicaron las dosis de ácido giberélico b₁ (200 ppm), b₂ (400 ppm) y b₃ (600 ppm) sobre la variedad a₂ (Bacon), no siendo así, cuando se aplican estas dosis a la variedad a₃ (mexicano), debido a que reporta los valores más bajos de peso de raíz a los 10, 20 y 30 DDG.

Cuadro 18. Análisis de Varianza de los efectos simples de peso de raíces a los 30 DDG.

F.V	GL	SC	CM	Fc	F TAB	
					5%	1%
Efectos simples del factor A en B						
A en B0	2	2.10	1.05	35.00 **	3.40	5.61
A en B1	2	2.13	1.06	35.48 **	3.40	5.61
A en B2	2	2.50	1.25	41.64 **	3.40	5.61
A en B3	2	1.53	0.76	25.46 **	3.40	5.61
Efectos simples del factor B en A						
B en A1	3	0.04	0.01	0.41 n.s.	3.01	4.72
B en A2	3	0.06	0.02	0.64 n.s.	3.01	4.72
B en A3	3	0.24	0.08	2.64 n.s.	3.01	4.72
Error	0.03	0.001				
TOTAL	8.84					

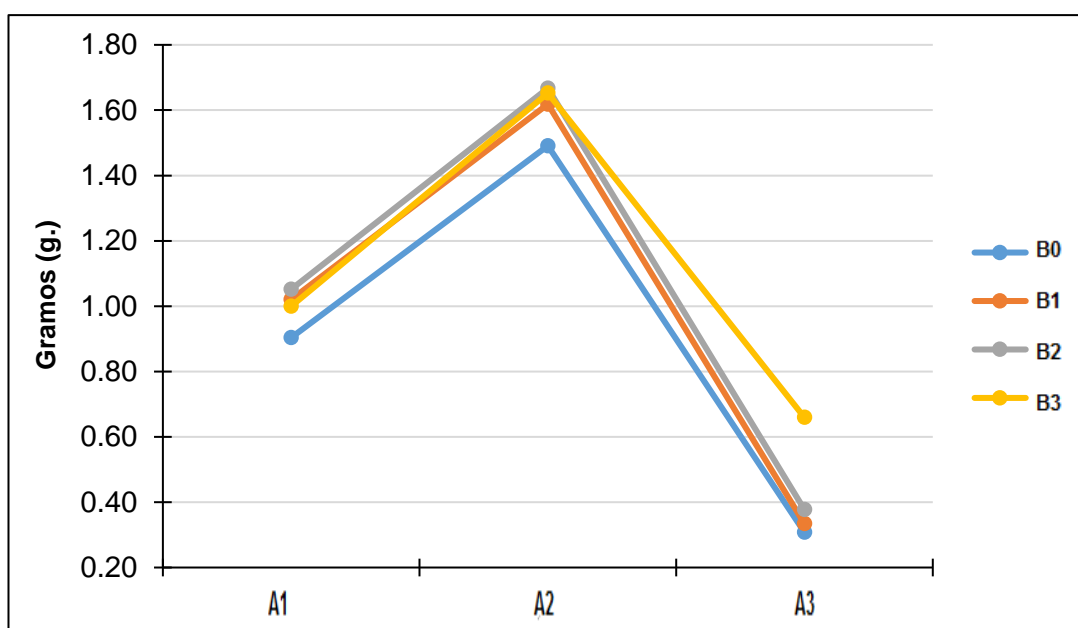


Figura 23. Efecto peso de raíz en la interacción variedades de palto x dosis de ácido giberélico a los 30 DDG

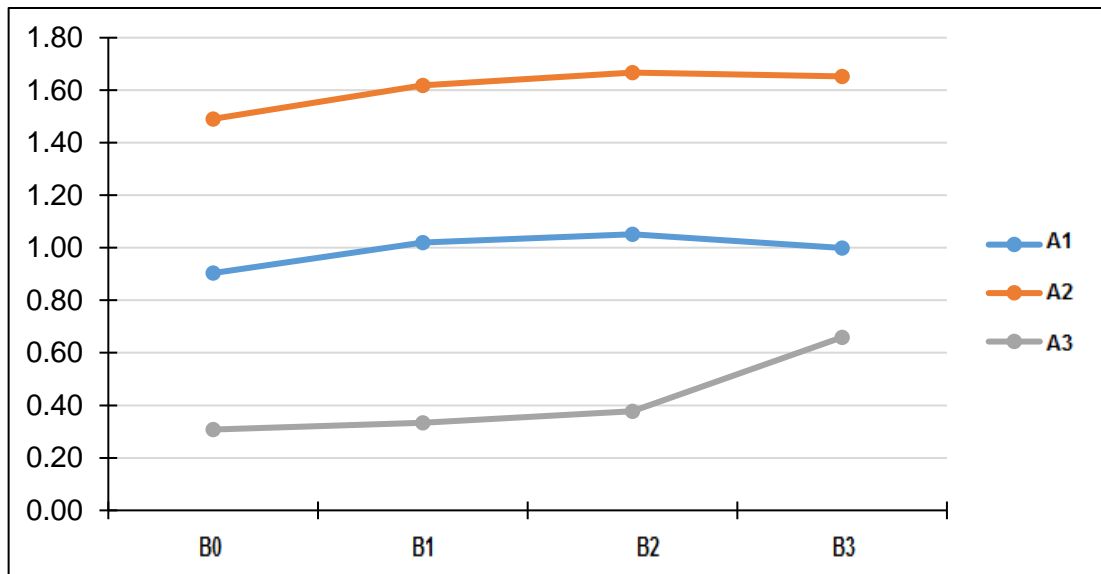


Figura 24. Efecto peso de raíces en la interacción dosis de ácido giberélico x variedades de palto a los 30 DDG

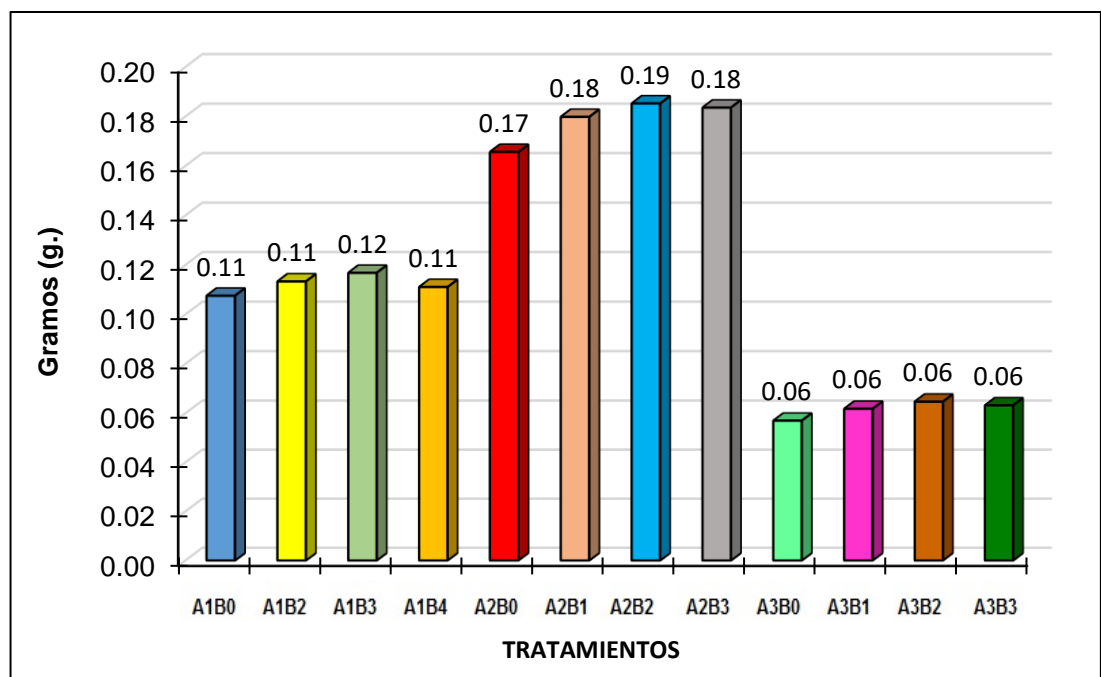


Figura 25. Promedios del peso de raíces a los 10 DDG

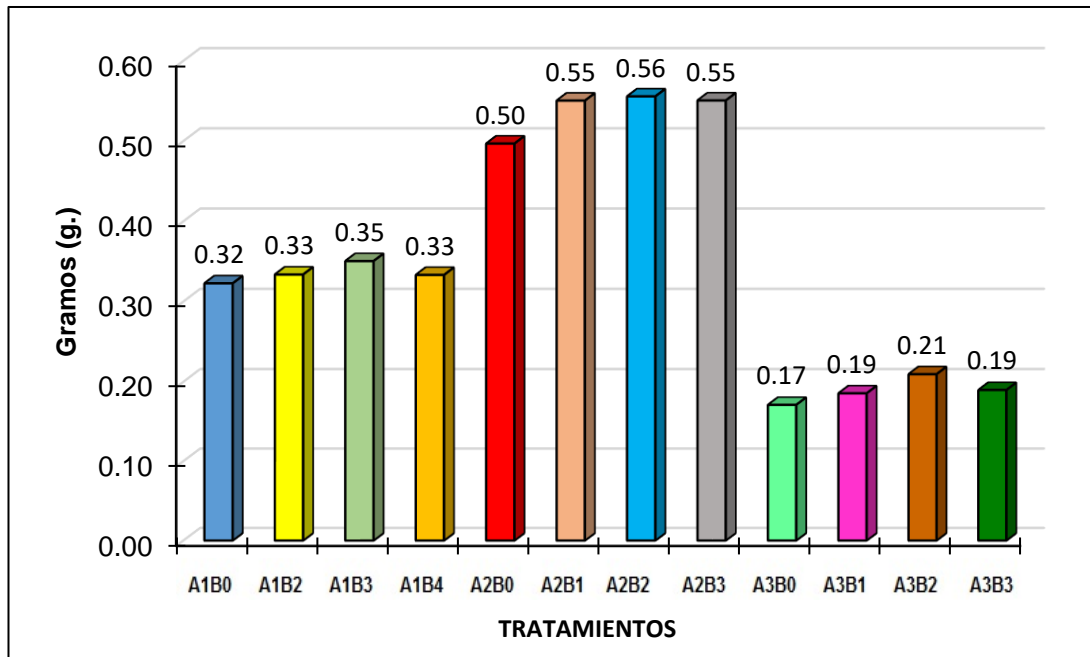


Figura 26. Promedios del peso de raíces a los 20 DDG

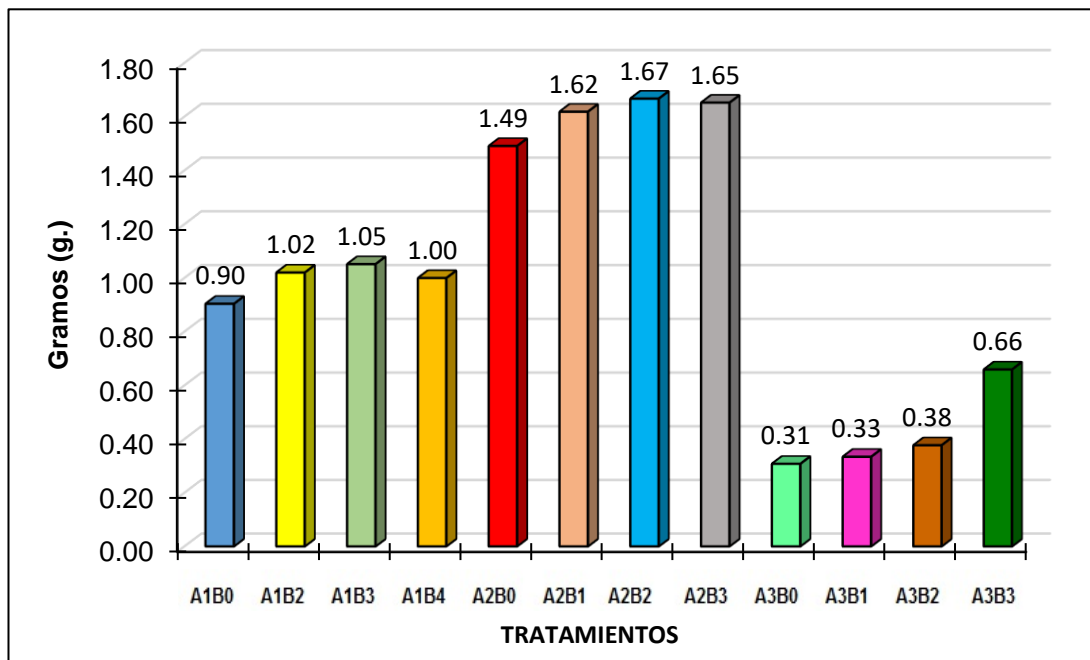


Figura 27. Promedios del peso de raíces a los 30 DDG

V. DISCUSIÓN

5.1. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación obtenidas por las variedades de palto, las dosis de ácido giberélico y su interacción de estas; respecto a esta característica fue evaluada a los 15 y 21 DDS. Donde la variedad de destacó fue la variedad Bacon que con la acción de la dosis de 400 ppm de ácido giberélico obtienen un 97.92% de germinación a los 15 DDS; en cambio las interacciones variedades Duke 7 y Mexicano con la dosis de 600 ppm mostraron un rango de porcentaje entre ácido giberélico, que reportan entre 8.33 y 66.67%. Sin embargo a los 21 DDS las variedades Bacon y Mexicano obtuvieron el 100.00% de germinación con las dosis de ácido giberélico, a excepción de la variedad mexicano + dosis 00 ppm (97.92%), mientras que la variedad Duke 7 solo registra un alto porcentaje de germinación (100.00%) cuando se aplica 400 ppm de ácido giberélico y entre el 95 y 98% con las dosis 0, 200 y 600 ppm

De modo que, los promedios de los tratamientos con las dosis 200 y 400 ppm sobre las variedades Duke 7, Bacon y Mexicano favorecen la germinación los 15 DDS. Cabe destacar que las variedades empleadas tuvieron altos porcentajes de germinación sin necesidad de la aplicación de las dosis de ácido giberélico ya que a los 21 DDS obtuvieron entre 95 – 100% de semillas germinadas. En tal sentido, podemos decir que las semillas de las variedades de palto presentan una excelentes viabilidad que permite que las semillas puedan germinar durante diversos periodos de tiempo, por lo que es un factor importante en la germinación (Bidwell, 1979 y Fuller *et al.*, 1995), así

como de los factores externos como la humedad, temperatura y luz (Fuller *et al.*, 1995; y Courtis, 2013).

Los resultados obtenidos por las variedades y las dosis ácido giberélico fueron superiores en comparación a lo obtenido por Hilliger (1976) que obtuvo un máximo del 20.00% de germinación a los 140 días; Villavicencio (1983) reporto un porcentaje de 83.60% de germinación a los 60 días.

5.2. Desarrollo radicular

5.2.1. Longitud de raíz

Los valores de longitud de raíz obtenida por los tratamientos variaron de 0.80 a 3.51 cm a los 10 DDG, de 2.40 a 10.53 cm a los 20 DDG y de 4.30 a 21.05 cm a los 30 DDG. Los resultados logrados por los tratamientos de muestran que las variedades de palto Duke 7 y Bacon fueron los que mejor respuesta obtuvieron al reportar las mayores longitudes de raíces, del que destaca la variedad Bacon al aplicarse 200 y 400 ppm de ácido giberélico a los 10, 20 y 30 DDG, ya que las giberelinas promueven la expansión celular (Weaver, 1975; Rojas, 1993; Iglesias y Talon, 2008). Las menores longitudes de raíces fueron obtenidas por la variedad Mexicana demostrando que no tiene una elongación de la raíz manteniendo valores bajos hasta los 30 DDG, que en comparación con la dosis testigo son semejantes estadísticamente, probablemente se deba a que se requiere de mayor dosis de ácido giberélico.

Al igual que en la variable anterior, el efecto de la variedad de palto Bacon + la dosis testigo (0 ppm) sobre la longitud de raíz es considerable, ya que obtienen promedios de longitudes de raíces hasta de 8.38 mm sin la necesidad de aplicar el ácido giberélico, lo que demuestra la vigorosidad de las semillas de palto de las variedades Bacon y Duke 7.

5.2.2. Volumen de raíz

Los promedios obtenidos por los tratamientos varían entre 0.12 y 0.33 cc a los 10 DDG, de 0.31 y 1.67 cc a los 20 DDG, y de 0.37 a 1.95 cc a los 30 DDG. Los resultados indican que el promedio conseguido por la variedad Bacon + 400 ppm de ácido giberélico a los 10, 20 y 30 DDG, fue el que mejor promedio obtuvo al registrar los valores más altos de volumen de raíz, debido a que al incremento de la actividad celular, provoca la formación de nuevas enzimas (Ruiz *et al.*, 1997), de esta manera puede ejercer su control sobre la expansión celular (Weaver, 1975).

El tratamiento que obtuvo el menor volumen de raíz fue la variedad Mexicano + las dosis en estudio de ácido giberélico a los 10, 20 y 30 DDG, lo que demuestra que el ácido giberélico no tiene efecto alguno en el incremento de volumen de raíz, razón por el cual podría traer problemas de prendimiento del plantón al trasplantarse en campo definitivo.

5.2.3. Peso de raíz

El promedio obtenido por los tratamientos varía entre 0.06 y 0.19 gramos a los 10 DDG, de 0.17 y 0.56 gramos a los 20 DDG, y de 0.31 a 1.67 gramos a los 30 DDG. La variedad de palto que destacó obteniendo el mayor peso a los 10, 20 y 30 DDG fue Bacon al aplicarse 200, 400 y 600 ppm de ácido giberélico, lo que demuestra que las giberelinas ejercen una acción sobre el incremento del peso de raíces favoreciendo a un mejor desarrollo del portainjerto lo que garantizará un mayor prendimiento del injerto y al trasplantarse al campo definitivo. Sin embargo, las dosis de ácido giberélico aplicadas a la variedad Mexicano no produjo ningún incremento del peso de

raíz, por lo que al parecer requiere de mayores dosis de giberelina para que ejerza un incremento de peso.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la investigación me permite llegar a las siguientes conclusiones

1. Respecto al porcentaje de germinación la variedad de palto Bacon + 400 ppm es el que obtuvo un 97.92% de germinación a los 15 DDS, y los demás tratamientos obtuvieron el entre el 95.00 y 100.00% a los 21 DDS.
2. En cuanto al desarrollo radicular, la variedad Bacon y la dosis de 400 ppm fueron los que mejor comportamiento tuvieron a los 10, 20 y 30 DDG en la longitud, volumen y peso de raíz.

RECOMENDACIONES

1. Por los resultados obtenidos utilizar como patrón de palto a la variedad Bacon con aplicaciones de 400 ppm de ácido giberélico, por obtener los mejores resultados en las características evaluadas.
2. Efectuar ensayos con la variedad Mexicana incrementando las dosis de ácido giberélico, o con otro regulador de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- Asociación Nacional del Café. 2004. Cultivo de aguacate. (En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/200412/33/5/Cultivo%20de%20Aguacate.pdf>
- Ávila, F. 2005. Efecto del ácido giberélico y agua a 4°C en la germinación de las semillas de guanaba. Universidad de San Carlos de Guatemala (En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2168.pdf
- Baíza, V. 2003. Guía técnica del cultivo de aguacate. (En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: <http://simag.mag.gob.sv/uploads/pdf/2013819141042.pdf>
- Bernal, J. y Díaz, C. 2008. Generalidades el cultivo. Compilado por Bernal, J; y Díaz, C. 2005. En Tecnología para el cultivo de aguacate. (En línea). (Consultado el 04 de Abril de 2016). Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/WebBac/Documentos/TecnologiaCultivoAguacate.pdf>
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. 1ª Editorial Español A.G.T. Editorial S.A. Traducido por Guadalupe Cano y Manuel Rojas. México. 701 p.
- Calabreso, F. 1992. El Aguacate. Traducido por Calatrava, J. Edit. MUND PRENSA. Italia. 235 p.
- Carreras, S., Dolorier, Y., Horna, J. y Carrasco, R. 2007. Planeamiento estratégico para la palta de exportación del Perú. (En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: <http://www.es.scrib.com/doc/73946574/5La-PaltadeExportaciondelPeruPlaneamientoEstrategias>
- Córdova, C. 1976. Fisiología vegetal. H. Blume Ediciones. Madrid. 439 p.

- Courtis, A. 2013. Germinación de semillas. (En línea). (Consultado el 25 de junio de 2014). Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Gu%C3%ADa%20de%20Estudio-Crecimientoydesarrollo.pdf>
- Daga, W. 2011. Consideraciones técnicas del manejo del palto. Dirección Regional de Investigación Agraria - DRA. 167 diapositivas.
- Daga, W. 2012. Situación actual del palto en el Perú. (En línea). (Consultado el 25 de junio de 2014). Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2012/situacion_actual_palto.pdf
- Dirección Regional de Agricultura Huánuco. 2014. Campaña agrícola 2011 – 2012. (En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: <http://www.huanucoagrario.gob.pe/camp-agricola>
- FAOSTAT. 2014. Producción mundial del aguacate. (En línea). (Consultado el 25 de junio de 2014). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostagateway/go/to/download/Q/QC/S>
- Fuller, H.; Z. Carothers; W. Payne; y M. Baltach. 1995. Botánica. Traducido por Cortes Gerhard. 5^{ta} Ed. Edit Interamericana. Michigan – E.E.U.U. 512 p
- Gardiazabal, F. 2008. Principales técnicas del sistema productivo del palto, utilizadas en Chile para enfrentar los principales desafíos de la especie.(En línea). (Consultado el 25 de Marzo de 2016). Disponible en: http://www.asoex.cl/AsoexWeb/buscar.asp#el_link0
- Gobierno Regional de Moquegua. 2012. Plan operativo de la palta POP – palta. (En línea). (Consultado el 15 de junio de 2014). Disponible en: <http://>

[//www.ceticosilo.com/articulos/PLAN%20OPERTATIVO%20DE%20LA%20PALTA!!\).pdf](http://www.ceticosilo.com/articulos/PLAN%20OPERTATIVO%20DE%20LA%20PALTA!!).pdf)

Gonzáles, F. 2011. Valoración económica del banco de germoplasma de paltos (*Persea americana* Miller) de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. Informe de investigación. Perú. 71 p.

Hernández, A. 2002. Manual de germinación y establecimiento de plantas en la Reserva Ecológica El Edén A. C. (En línea). (Consultado el 11 de junio de 2014). Disponible en: <http://reservaeleden.org.mx/investigacion/restauracion/Jose%20Maria/Maual%20germinaci%C3%B3n.pdf>

Herrera, M. y Narrea, M. 2011. Guía técnica: Manejo integrado de palto. (En línea). (Consultado el 10 de junio de 2014). Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Palto/Guia_Tecnica_de_Palto.pdf

Hilliger, G. 1976. Aplicación de ácido giberélico a semillas y plántulas de tres cultivares de palto (*Persea americana* Mill.) usados como portainjertos, para obtener un mayor crecimiento en altura y diámetro al momento de ser injertados. Universidad de Valparaíso - Chile (En línea). (Consultado el 15 de mayo de 2014). Disponible en: http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/G-H-I/HilligerGuillermo1976.pdf

Iglesias, D. y Talon, M. 2008. Giberelinas. Capítulo 20. Fundamentos de fisiología vegetal. Compilado por Azcon – Bieto, J. y Talon, M. 2^{da} Ed. Edit McGraw – Hill – Interamericana S.A. España. 399 – 420 pp.

Lemus, G., R. Ferreyra; P. Gil; P. Sepúlveda; P. Maldonado; C. Toledo; C. Barrera; y M. Celedón. 2005. El cultivo de palto. (En línea). (Consultado

- el 02 de mayo de 2016). Disponible en: <http://www.avocadosource.com/books/lemusgamalier2005.pdf>
- Lira, H. 2000. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. México. 237 p.
- Mantilla, A. 2008. Desarrollo y germinación de las semillas. Capítulo 27. Fundamentos de fisiología vegetal. Compilado por Azcon – Bieto, J. y Talon, M. 2^{da} Ed. Edit McGraw – Hill – Interamericana S.A. España. 537 – 558 pp.
- Meléndez, Z. 1969. Reproducción del aguacate. Hojas divulgativas de Ministerio de Agricultura Num 1-69 H. España. 24 p.
- Quispe, J., J. Huamancusi; R. Humaní; W. Huancaya; A. Ramírez; y E. Navarro. 2010. Tecnología productiva del palto. (En línea). (Consultado el 23 de marzo de 2016). Disponible en: <http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Palta-Guia-para-Facilitador1.pdf>
- Rodríguez, M. 1997. Efecto del ácido giberélico (GA3) y tiempo de remojo sobre la germinación de semillas de boldo (*Peumus boldus* Mol.). Universidad de Talca – Chile. (En línea). (Consultado el 02 de mayo de 2015). Disponible en: http://bosques.ciren.cl/xmlui/bitstream/handle/123456789/165/UTALCA_TES02.pdf?sequence=1
- Rojas, M. 1993. Fisiología vegetal aplicada. 4^{ta} Ed. Nueva Editorial Interamericana S.A. Libros Magrow. México. 275 p.
- Samson, J. 1991. Fruticultura tropical. Traducido por Garza, B. Ed. 2^{da}. Edit. LIMUSA. California. 356 p
- Tenorio, J. 2007. Manual para el cultivo del Palto. (En línea). (Consultado el 01 de mayo de 2015). Disponible en: <http://pallasca.inictel.net/>

img_upload/59f78cd55e9448dcab450a6cA1de2871/Manual_tcnico_del
_Palto.pdf

Villavicencio, A. 1983. Efecto de ácido giberélico y corte de apice en la germinación de semillas de palto. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 73 p.

Weaver, J. 1975. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México. 622 p.

Whiley, A.; B. Schaffer; y B. Wolstenholme. 2007. El palto: botánica, producción y usos. (En línea). (Consultado el 08 de junio de 2014). Disponible en: http://www.euv.cl/archivos_pdf/palto.pdf

Yauri. E. 2010. Manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo de palto. (En línea). (Consultado el 03 de junio de 2014). Disponible en: <http://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/cobertizos//manualpaltobpa.pdf>

ANEXO

Anexo 01. Promedio del porcentaje de germinación a los 15 DDG Datos originales

A LOS 15 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	18.75%	87.50%	68.75%	12.50%	68.75%	75.00%	100.00%	81.25%	43.75%	81.25%	93.75%	31.25%
II	37.50%	81.25%	81.25%	6.25%	50.00%	93.75%	93.75%	68.75%	68.75%	93.75%	75.00%	6.25%
III	43.75%	68.75%	25.00%	6.25%	75.00%	93.75%	100.00%	50.00%	62.50%	87.50%	100.00%	6.25%

Anexo 02. Promedio del porcentaje de germinación a los 21 DDG. Datos originales

A LOS 21 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	100.00%	100.00%	100.00%	93.75%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	93.75%	100.00%	100.00%	100.00%
II	93.75%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
II	93.75%	93.75%	100.00%	93.75%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Anexo 03. Promedio de la longitud de raíz a los 10 DDG

A LOS 10 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	2.73	2.75	2.98	2.73	2.73	3.38	3.55	3.15	0.73	1.03	1.05	1.00
II	2.90	2.83	2.85	2.88	2.90	3.18	3.45	3.18	0.80	1.00	1.15	1.03
III	2.35	2.80	2.98	2.60	2.75	3.60	3.53	3.30	0.88	1.08	1.30	0.93

Anexo 04. Promedio de la longitud de raíz a los 20 DDG

A LOS 20 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	8.18	8.25	8.93	8.18	8.18	10.13	10.65	9.45	2.18	3.08	3.15	3.00
II	8.10	8.48	8.55	8.63	8.70	9.53	10.35	9.53	2.40	3.00	3.45	3.08
III	7.05	8.40	8.93	7.80	8.25	10.80	10.58	9.90	2.63	3.23	3.90	2.78

Anexo 05. Promedio de la longitud de raíz a los 30 DDG

A LOS 30 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	16.35	16.50	17.85	16.35	16.35	20.25	21.30	18.9	3.90	5.46	5.60	5.38
II	16.20	16.95	17.10	17.25	17.40	19.05	20.70	19.05	4.30	5.38	6.18	5.50
III	14.10	16.80	17.85	15.60	16.50	21.60	21.15	19.80	4.70	5.76	6.98	4.95

Anexo 06. Promedio del volumen de raíz a los 10 DDG

A LOS 10 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	0.25	0.26	0.28	0.27	0.24	0.30	0.33	0.30	0.13	0.15	0.14	0.13
II	0.24	0.23	0.25	0.25	0.24	0.29	0.33	0.29	0.11	0.13	0.13	0.11
II	0.25	0.26	0.26	0.24	0.24	0.33	0.32	0.30	0.14	0.13	0.14	0.13

Anexo 07. Promedio de volumen de raíz a los 20 DDG

A LOS 20 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	0.75	0.79	0.83	0.80	0.73	0.90	0.98	0.89	0.38	0.44	0.41	0.39
II	0.71	0.68	0.75	0.75	0.73	0.87	0.99	0.88	0.34	0.38	0.39	0.33
III	0.75	0.79	0.79	0.71	0.73	0.99	0.95	0.91	0.41	0.39	0.42	0.38

Anexo 08. Promedio del volumen de raíz a los 30 DDG

A LOS 30 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	1.50	1.58	1.65	1.59	1.46	1.79	1.97	1.77	0.68	0.78	0.74	0.70
II	1.43	1.35	1.50	1.50	1.46	1.74	1.98	1.76	0.61	0.69	0.70	0.59
III	1.50	1.58	1.58	1.43	1.46	1.98	1.91	1.82	0.74	0.70	0.76	0.69

Anexo 09. Promedio del peso de raíz a los 10 DDG

A LOS 10 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	0.11	0.11	0.12	0.11	0.17	0.18	0.18	0.18	0.05	0.06	0.07	0.06
II	0.11	0.12	0.11	0.11	0.17	0.18	0.18	0.18	0.06	0.07	0.07	0.07
III	0.10	0.11	0.12	0.11	0.16	0.18	0.19	0.18	0.06	0.06	0.06	0.06

Anexo 10. Promedio del peso de raíz a los 20 DDG

A LOS 20 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	0.33	0.34	0.35	0.33	0.52	0.55	0.55	0.55	0.16	0.19	0.21	0.19
II	0.32	0.34	0.34	0.34	0.50	0.54	0.55	0.55	0.18	0.20	0.21	0.20
II	0.31	0.33	0.37	0.34	0.48	0.56	0.56	0.55	0.17	0.17	0.21	0.18

Anexo 11. Promedio del peso de raíz a los 30 DDG

A LOS 30 DÍAS												
R	A1				A2				A3			
	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3	B0	B1	B2	B3
I	0.93	1.01	1.05	0.98	1.55	1.65	1.66	1.64	0.29	0.34	0.37	0.70
II	0.91	1.06	1.01	1.01	1.49	1.61	1.66	1.66	0.32	0.36	0.38	0.59
II	0.87	0.98	1.10	1.01	1.44	1.59	1.69	1.65	0.31	0.30	0.38	0.69



Imagen 01. Nivelación del terreno



Imagen 02. Preparación de camas de almacigo



Imagen 03. Techado de la cama de almacigo



Imagen 04. Zarandeo de sustrato



Imagen 05. Desinfección de sustrato



Imagen 06. Selección de semilla



Imagen 07. Preparación de la solución



Imagen 08. Inmersión de semillas en las soluciones



Imagen 09. Siembra



Imagen 10. Evaluaciones



Imagen 11. Riegos



Imagen 12. Evaluaciones



Imagen 13. Días a la germinación



Imagen 14. Volumen de raíz



Imagen 15. Longitud de raíz



Imagen 16. Peso de raíz