

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El arándano es una planta muy antigua de origen desconocido, que crece espontáneamente en Norteamérica, el norte de Europa, Asia y América, pero hay quienes lo consideran originaria de Europa, norte de África, Cáucaso y Asia septentrional.

Los arándanos constituyen un grupo de especies nativas del hemisferio norte, pertenecen a la familia de la Ericáceas, se trata de un arbusto que dependiendo de la especie alcanza una altura que va desde 40cm a 2,5m de altura, cuyo nombre científico es *Vaccinium corymbosum* L.

Los arándanos representan una de las especies de más reciente domesticación, ya que los primeros programas de selección de arbustos y de técnicas de propagación se iniciaron en Norteamérica a finales del siglo XIX, comienzos del siglo XX. Todos los cultivares obtenidos hasta la actualidad se han desarrollado a partir de formas silvestres. (www.frutas-hortalizas.com)

Actualmente, EEUU es el mayor productor, consumidor, exportador e importador de arándanos con el 90% de la producción mundial, le siguen en importancia, dentro del Hemisferio Norte, Canadá, Alemania, Polonia, Francia, Países Bajos, Italia y Reino Unido. La primera parcela de arándanos se instaló en España a mediados de los 60 en Tineo (Asturias). No obstante, no es hasta finales de los 80 cuando aparecen en Portugal y España las primeras plantaciones profesionales, destacando en este último país las provincias de Huelva y Asturias.

En el Hemisferio Sur, los arándanos cultivados se introdujeron a principio de los años 80 en Chile, país que constituye el mayor productor en este hemisferio, con el 65% del área plantada y el 90% de la producción, le siguen en importancia, Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica y más recientemente, Argentina y Uruguay.

Los países que demandan este tipo de frutos son: Japón, Italia, Inglaterra, Bélgica y Holanda.

Canadá es el principal proveedor de arándanos congelados del mundo, pero a diferencia de EE.UU, la producción canadiense es mayoritariamente de tipo silvestre. Chile y Argentina ofertan en estado fresco a los principales mercados ubicados en el hemisferio norte (EE.UU., Canadá y algunos países europeos), cuando éstos se encuentran en su estación invernal y no pueden abastecerse con su producción local.

Sobre los países con mayor superficie destinada al cultivo de arándano, indicó que en primer lugar se ubica Estados Unidos con 41.083 hectáreas, seguido de Chile con 15.136, China con 12.109, Canadá con 11.244, Polonia con 3.892, Argentina con 3.460, Alemania con 2.162, España, con 1.297, México y Centroamérica con 1.290. El principal país exportador de este arándano del planeta es Chile, con 100.000 toneladas comercializadas en 2013, seguido de Argentina y Uruguay, que en conjunto exportaron 25.000 toneladas; México, 7.000 toneladas; y Sudáfrica, 1.500 toneladas. (**www.infoagro.com**)

La producción de arándano en Bolivia no es mucha, siendo Tarija la única ciudad de Bolivia que produce arándano y distribuye a las demás ciudades del país, pero sus principales mercados son Santa Cruz y La Paz.

La producción del arándano en el Valle Central de Tarija se introdujo en el año 2006 donde se adaptó muy bien debido a su buen clima y actualmente existe varios productores de arándanos, los cuales tienen unas diez hectáreas en total, mientras que en Entre Ríos superan las quince, Tarija es uno de los productores de arándano para el país pero su producción no alcanza para satisfacer la demanda y debido a su baja disponibilidad de plantas es que se importa de otros países como EEUU Chile y Argentina que son los principales países exportadores de arándano para Bolivia. (**marcal.com.bo**)

1.2. JUSTIFICACIÓN

La adquisición de plantas de arándano para la implantación es de Chile o EEUU y los precios son un poco elevados ya que cada planta de arándano cuesta entre 5 a 8 dólares dependiendo la variedad y especie de arándano que se desea traer para su implementación a nuestro medio y para los que quieren adquirir el arándano para empezar a producirlo sería un costo muy elevado.

La demanda de plantas de arándano por los productores es alta, ya que en Tarija no hay muchos productores de plantas de arándano debido a esto es que se importa de otros países como Chile o EEUU para satisfacer la demanda, que cada vez va aumentando más y van faltando la producción de plantas de arándano en nuestro medio.

La falta de conocimiento sobre la producción del arándano, es un factor limitante para los productores, ya que al no tener mucho conocimiento sobre las plantas de arándano se les hace muy difícil producirlo, debido a las atenciones que este requiere y a los problemas que pueden suceder en su producción.

La investigación sobre la multiplicación mediante esquejes de las variedades de arándano Misty y O'Neal con la aplicación de dos fitohormonas y dos sustratos en un vivero de la ciudad de Tarija, permitirá darnos una alternativa y así poder aumentar la producción del arándano y tener plantas disponibles y a precios accesibles para los productores, así se podrá aumentar su producción de estas variedades he intentar satisfacer la demanda de la ciudad de Tarija evitando la importación del arándano de otros países.

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1. Objetivo General.

Obtención de plantas de arándano de las variedades Misty y O'Neal mediante esquejes utilizando dos sustratos y dos fitohormonas en el vivero El Rosal.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar las variedades que mejor responden a la multiplicación por esquejes de arándano.
- Determinar la respuesta de los esquejes a dos diferentes fitohormonas.
- Evaluar el mejor sustrato para la formación de raíces de las dos variedades de arándano.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Son arbustos que dependiendo de la especie alcanzan alturas que van desde unos pocos centímetros hasta varios metros, sus hojas son simples y caedizas su forma varía de ovalada a lanceolada, se distribuyen en forma alterna a lo largo de la ramilla, las estomas están ubicados exclusivamente en el envés de las hojas en densidades de hasta 300 por mm cuadrado, es un arbusto caduco, que puede ser de porte erecto o rastrero y de altura variable según la especie que se trate. (www.infoagro.com)

2.1. MORFOLOGÍA

2.1.1. Raíz

Presenta un sistema radicular compuesto por numerosas raíces, en su mayoría superficiales. Dichas raíces son, generalmente fibrosas, finas y carentes de pelos absorbentes. En condiciones naturales, las raíces están asociadas con micorrizas formando simbiosis.

(www.infoagro.com)

2.1.2. Tallo

Presenta un pequeño tallo subterráneo (corona), recto, cuadrangular y muy ramificado. Generalmente son de color marrón-anaranjado, según la especie. (www.infoagro.com)

2.1.3. Hoja

Presenta hojas simples, alternas, con formas elíptico-lanceoladas, márgenes dentados y peciolo corto. Son de color verde cuya intensidad varía dependiendo de la especie. En otoño, adquieren un tono rojizo típico en la especie. (www.infoagro.com)

2.1.4. Flor

Presentan inflorescencias en racimos de 6-10 flores por yema. Las flores individuales son pequeñas, axilares, con el cáliz compuesto de 4-5 sépalos obtusos y la corola blanca formada por 4-5 pétalos fusionados dando lugar a una forma acampanada. El pistilo es simple, de ovario ínfero y estambres en grupos de 8-10. (www.infoagro.com)

2.1.5. Fruto

El fruto se trata de una falsa baya de forma esférica, color azul, rojo o negro en su madurez según la especie. La epidermis del fruto está cubierta de secreciones cerosas. El tamaño está relacionado con el grosor de la rama y la posición de la misma, siendo de menor diámetro. (www.infoagro.com)

2.1.6. Hábitat

Se distribuye en la mayor parte de Europa (Alpes, Apeninos centrales, Pirineos), Asia, América central, EE.UU. y Canadá, entre los bosques de coníferas y en los brezales. Es una planta importante desde el punto de vista ecológico, no sólo por sus frutos sino porque además protege el suelo de los bosques de la erosión y contribuye a la formación de humus. (www.infoagro.com)

2.2. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

2.2.1. Clima

El arándano es un arbusto frutal de hoja caduca que necesita de un período de frío acumulado durante el invierno que le permita sobreponerse al receso invernal y de esta forma obtener una floración pareja y abundante.

Depende de la variedad, pero en líneas generales se puede hablar de 100 – 1200 h/f, siendo los arándanos altos los de mayor requerimiento.

Son muy resistentes al frío, pudiendo sobreponerse luego de soportar temperatura de – 20 grados centígrados, cuando su madera se encuentra lignificada, pero sus brotes tiernos de primavera no toleran heladas prolongadas. (www.infoagro.com)

2.2.2. Temperatura

El arándano es un cultivo que requiere un determinado número de horas-frío (temperatura inferior a 7°C) para salir de la latencia, que depende de la especie.

Para el desarrollo del cultivo del arándano, el rango óptimo de temperatura oscila entre 16-25°C. No obstante, puede llegar a tolerar temperaturas de hasta -30°C, aunque temperaturas de 28-30°C acompañadas de vientos secos, pueden provocar daños en el fruto como arrugamientos y quemaduras.

Durante la floración, temperaturas inferiores a -5°C pueden provocar daños en los frutos. Por esta razón, la ocurrencia de heladas durante la floración resulta muy perjudicial. (www.infoagro.com)

2.2.3. Humedad

El cultivo del arándano requiere de humedad relativamente alta. (www.infoagro.com)

2.2.4. Suelo

Requiere de suelos ligeros, con buena capacidad de drenaje y alto contenido en materia orgánica. Además, se debe mantener la humedad alta pero sin llegar al encharcamiento, ya que es sensible tanto a asfixia radicular como a sequía.

En cuanto al pH, éste debe ser ácido, siendo el rango óptimo el comprendido entre 4,3-4,8. Un pH superior a 5 puede provocar un desarrollo deficiente en plantaciones jóvenes junto con una brotación clorótica. Sin embargo, un pH bajo (pH<4) puede dar lugar a toxicidades por manganeso. El pH se debe mantener acidificando el agua de riego.

Los suelos calizos no son aconsejables para este cultivo. (www.infoagro.com)

2.2.5. Riego

Es sensible tanto al exceso de cómo a la falta de humedad, para evitar situaciones de déficit hídrico es imprescindible instalar un sistema de riego.

El más adecuado para este tipo de plantas es el riego por goteo. Cantidades adicionales de agua en épocas de sequía favorece el crecimiento de las plantas jóvenes y acelera su entrada en producción, hay que tener en cuenta que estas plantas tienen su mejor situación cuando posee un ambiente húmedo en su área radicular.

La frecuencia de riego semanal va a estar dada por factores como: Clima, Calidad del suelo. Para tener como referencia, los emisores con un caudal de aproximadamente 4 litros/hs/planta son suficientes.

Si bien el riego por aspersión no es muy aconsejable, debe ser considerado como método muy efectivo para la protección contra heladas. (www.infoagro.com)

2.2.6. Rendimiento

El rendimiento esperable depende del momento del ciclo productivo de la planta y también de la variedad usada.

Como promedio se podría hablar de:

Highbush: entre 6 – 12 tn/ha en el pico de producción (7 años)

Rabbiteye: entre 8- 13 tn/ha en el pico de producción (7 años)

El arándano entra en producción al tercer año de implantado. (www.infoagro.com)

2.3. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

Hay que evitar la presencia de flores durante los primeros años del cultivo para favorecer el crecimiento vegetativo, además las plantas que provienen de cultivo in vitro tienen una mayor tendencia a la brotación lateral, por tanto el potencial productivo aumenta. (www.infoagro.com)

2.3.1. Plantación

Época: Del periodo de otoño-invierno se realizará la plantación sobre terreno ya laboreado.

Diseño: La distancia entre sí será de 3 metros y entre 1.2 y 1.5 metros entre plantas.

Cobertura: Se aplicará una cobertura plástica para los primeros años de desarrollo y después se cubrirá con corteza de pino para mantener la humedad del suelo.

Riego: El agua de riego debe ser de buena calidad sin presentar salinidad ni exceso de calcio.

Malas hierbas: Para evitar la competencia hídrica y nutricional se deben eliminar las malas hierbas con herbicidas sistémicos o de contacto, o de forma mecánica, teniendo en cuenta que el sistema radicular del arándano es superficial. (www.infoagro.com)

2.3.2. Recolección

Será necesario el empleo de mano de obra especializada ya que se realiza de forma manual.

Esta práctica se realiza de forma selectiva según los índices de madurez del fruto, que son el color y el tamaño, e implica que se realicen hasta 8 recolecciones por planta. La recolección mecanizada se emplea cuando el fruto se destina a la industria. (www.infoagro.com)

2.3.3. Almacenamiento

Tendrá lugar en cámara frigorífica para el arándano fresco, que puede llegar a alcanzar una vida útil entre 14 y 28 días con una temperatura entre -0.6 y 0°C y humedad relativa del 95%. (www.infoagro.com)

2.3.4. Transporte

Se realiza por vía aérea o en atmósfera controlada si es por vía marítima. (www.infoagro.com)

2.3.5. Presentación

El arándano fresco se presenta en el mercado en cubetas PET reciclables llamadas "clamshells" de 170 gramos si su destino es EE.UU. y de 125 gramos en cubetas PET biodegradables, si es para los mercados europeos. (www.infoagro.com)

2.3.6. Calidad

Las normas de calidad están tipificadas por el Código Federal de Regulaciones de los EE.UU.

La de mayor calidad es la U.S. No.1 donde las características a tener en cuenta son: la uniformidad del calibre, color, madurez y ausencia de daños. (www.infoagro.com)

2.3.7. Plagas y Enfermedades

Pájaros: Consumen muy ávidamente los frutos, se controlan por métodos ahuyentadores. El gorgojo en Carolina del Norte produce importantes daños.

Liebres: Roen la parte leñosa con sus incisivos, por tanto, se recomienda el vallado.

Septoriosis: Es una enfermedad cuyos síntomas se observan en las hojas, apareciendo primero en el haz y más raramente en el peciolo. Las lesiones son manchas marrones, con la zona central más clara y en el interior se observan pequeños puntos oscuros que corresponden a los picnidios del hongo, a veces las lesiones se desprenden, quedando pequeños agujeros en las hojas, si es muy grave puede producir la defoliación prematura.

Métodos de control: se aplicará Clortalonil 5% ó Clortalonil 50%, ambos se presentan como polvo para espolvoreo con un plazo de seguridad de 10 días.

Antracnosis: Se produce cuando el fruto llega a la madurez, las lesiones empiezan como pequeñas manchas ligeramente hundidas, que pueden ser de color marrón claro a oscuro. La podredumbre progresa hasta producir la caída del fruto o su momificación.

Métodos de control: Se aplican los mismos productos que para la septoriosis, y se incluye Clortalonil 75% presentado como polvo para espolvoreo y con plazo de seguridad de 10 días. (www.infoagro.com)

2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub División: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub Clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Metachlamydeae

Grupo de Ordenes: Pentacíclos

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Nombre científico: *Vaccinium corymbosum* L.

Variedad: Misty, O'Neal

Nombre común: Arándano (**Herbario Universitario T.B.**)

2.5. OBTENCIÓN DE ESQUEJES DE ARÁNDANO

Para obtener el material para esquejes se utilizan los tallos o ramillas con madera del año, lo cual se realiza en dos épocas, durante julio a agosto que corresponde a un esqueje semileñoso sin hojas y durante enero a febrero con esqueje de madera suave con hojas. Para esto, se saca el tallo que han crecido durante el año, las que son almacenadas en sacos, y son llevadas a su tratamiento para obtener esquejes.

Se prepara sustratos de enraizamiento para que le dé condiciones químicas y físicas adecuadas para la promoción de raíces adventicias y se aplican hormonas de enraizamiento que facilitan la emisión de raíces. (www.aianer.com.ar)

2.5.1. Propagación

Se consigue por semillas, hijuelos, estaquillado y micro propagación. La propagación por semilla es el método empleado en la investigación de nuevas variedades. Por estaquillado su éxito es limitado debido al bajo rendimiento en el enraizamiento.

La micropropagación es la técnica de mayor éxito y la más empleada, de manera distinta según la especie y la variedad. Su principal ventaja es que el material vegetal está libre de enfermedades aunque su inconveniente es su elevado coste. Una vez enraizado su material vegetal se trasplanta a bolsas de plástico, cultivándose de la misma forma que las estaquillas durante un periodo de 1-2 años. Los laboratorios especializados se dedican a la micropropagación de plantas madre con certificación varietal y sanitaria. . (www.aianer.com.ar)

2.5.2. Tratamiento de Esquejes

El tratamiento de los esquejes de arándanos consiste en desinfección, corte y aplicación de hormonas enraizantes. Las ramillas se cortan a los 10 cm de longitud, quedando conformada por alrededor de 3 a 4 yemas el corte apical se hace en bisel con el fin de facilitar el escurrimiento de agua en el esqueje y evitar pudriciones. El corte basal se realiza justo bajo una yema. La estaca debe estar ser de madera del año y vegetativa por lo que se eliminan aquellas porciones de tallo que contengan yemas corporales que se ubican en el primer tercio superior de la ramilla colectada durante la poda. Para el caso de esquejes con hojas, se deben eliminar las hojas basales a de disminuir la transpiración.

La temperatura del invernadero se baja cuando llega a los 25°C, abriendo las ventanas laterales o aplicando riego. (www.aianer.com.ar)

2.5.3. Viverización

Preparación de suelo y trasplante a bolsas. El suelo a utilizar para el llenado de bolsas debe ser un compost de tierra de hoja, arena y acícula de pino, para obtener condiciones de acidez, drenaje y porosidad. Las plántulas provenientes del invernadero de propagación se pasan a bolsas de polietileno de 20 x 25 cm. con un grosor 0,7 micrones, con 8 orificios de perforación. Al efectuar el trasplante se debe tener el sustrato húmedo, para evitar que se afecten las raíces por desecación, la tierra que se aplica alrededor de la planta se debe apretar ligeramente. (www.aianer.com.ar)

2.5.4. Manejo de Vivero

Manejo fitosanitario. Para la prevención y control de plagas y enfermedades, se aconseja alternar los productos comerciales a fin de evitar resistencia Para hongos se aplican fungicidas en forma periódica, a partir de mayo y hasta diciembre se aplica alternadamente cada producto una vez por semana. En enero y febrero debido a la mayor temperatura y humedad se llegan a aplicar hasta 3 veces por semana. (www.aianer.com.ar)

2.6. Tipos y Cultivos de Arándano

La mayoría de los arándanos que se cultivan son especies americanas o variedades desarrolladas a partir de estas especies con otras variedades más cosmopolitas, las principales variedades de los cuales proceden son:

Arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) -. Crece en la zona Noreste de Estados Unidos en lo que se conoce como Nueva Inglaterra, se caracteriza por sus hojas caducas que adquieren un tono escarlata al llegar el otoño, es un arbusto de aspecto vertical que alcanza 1,8 m de altura, con flores reunidas en inflorescencias penduladas de color rosa pálido, destaca por su fruto de color negro – azulado bastante grande y sabroso, es la especie más ampliamente cultivada.

Arándano negro/Arándano uliginoso (*Vaccinium uliginosum*) -. Se encuentra en el hemisferio norte. Se trata de un arbusto que difícilmente supera el medio metro de altura, siendo 15 o 20 cm su altura habitual, crece en los suelos ácidos de la tundra, zonas pantanosas y bosques de coníferas, sus frutos son negros con la pulpa blanca y sus flores rosa pálido. Florece en primavera y fructifica en verano, no se suele cultivar aun que se recogen los frutos silvestres.

Arándano rojo (*Vaccinium vitis-idaea*) -. Es otro tipo de arándano cuyos frutos se suelen recoger de las plantas silvestres, crece en la zona norte de Europa, Asia y América y en las montañas del hemisferio norte. Normalmente aparece formando un tupido seto por debajo de los árboles de entre unos 10 y 30 cm de altura, este arándano presenta tonos rosados y estambres incluidos dentro de la corola, los frutos son redondeados y rojizos y aparecen a finales de otoño, su sabor es muy ácido por lo que se utiliza fundamentalmente para la confección de compostas o mermeladas.

Ráspano/Arándano rojo (*Vaccinium oxycoccus*) -. Es una planta mucho más baja que el arándano común y sus hojas son perennes, ya que no suele superar los 10 cm de altura, los frutos de color rojo brillante y superan en tamaño a las hojas, existen diferentes variedades:

- **El arándano rojo común (*Vaccinium oxycoccus palustris*)** -. Que puede encontrarse en toda la zona boreal del hemisferio norte, presenta hojas muy pequeñas que no superan 1cm de longitud, frutos de color rosado y de gusto muy ácido.
- **El arándano rojo americano (*Vaccinium oxycoccus macrocarpus*)** -. Que es nativo del Este de Norte América, donde se cultiva profusamente para su consumo, sus hojas son mucho más grandes ya que alcanzan los 2 cm de longitud y los frutos son rojos y con sabor a manzana ácida.
- **El arándano rojo menor (*Vaccinium oxycoccus microcarpum*)** -. Es una variedad con hojas triangulares que crece en las zonas boreales de Europa y Asia. (www.infoagro.com)

2.6.1. Variedades del Arándano

A la hora de realizar cualquier plantación frutal, una de las decisiones más complejas que hay que tomar es la elección de los cultivares. En el caso del arándano, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones importantes como:

- Las horas frío en la zona de cultivo, ya que como se ha indicado, existen cultivares con necesidades que oscilan desde 100 hasta 1.200 h/f.
- La época de maduración, ya que, dependiendo del nicho de mercado que se quiera ocupar, existen cultivares con maduraciones de fruto que varían desde muy tempranos a muy tardíos.
- El destino de la fruta, orientado bien al mercado fresco o a la industria agroalimentaria. En el primer supuesto, son preferibles los tipos de fruto grande que cuentan además, con un mayor rendimiento en la recolección, si los frutos se destinan para la industria, el tamaño del fruto no tiene tanta importancia, siendo generalmente más productivos los cultivares que maduran en media estación.
- La resistencia de los frutos a la manipulación, sobre todo cuando se destinan a la exportación.

- El tipo de recolección. Para la recolección mecanizada es fundamental elegir cultivares con un porte erecto, con una maduración agrupada, una dureza de los frutos considerable y un desprendimiento fácil de éstos de la planta.
- Una alta productividad y buena conservación.
- El tamaño de la herida en el punto de inserción con el pedúnculo, o cicatriz. Cuando el destino es el mercado fresco, es importante que ésta sea pequeña y seca, para una mejor conservación del fruto, minimizando el riesgo de podredumbres.
- La resistencia a plagas y enfermedades.

Atendiendo a la época de maduración de los frutos, los cultivares se pueden clasificar en:

Tempranos (Junio)

Duke -. Arbusto medianamente vigoroso, de crecimiento erecto y con muchas ramas desde el suelo, muy productivo, fruto de tamaño grande y duro, cicatriz pequeña, color azul claro, y crocante al masticar, mejorando su sabor suave con la conservación frigorífica. Floración tardía, se adapta bien a la recogida mecánica y es uno de los cultivares tempranos más plantados actualmente y debe podarse fuerte ya que tiende a la superproducción.

Legacy -. Arbusto de crecimiento vertical, ligeramente abierto y bastante vigoroso. Muy productivo, pero algo lento de entrada en producción. En inviernos suaves puede mantener parte de sus hojas. El tamaño del fruto es medio, muy firme, de color azul claro y de un sabor excelente.

Media Estación (Julio)

Bluecrop -. Es uno de los cultivares más antiguos. Vigoroso, de crecimiento erecto, con muchas cañas desde el suelo y muy productivo, tendiendo a la superproducción. El fruto es grande, azul claro y de buena calidad, con cicatriz pequeña. La maduración se puede prolongar durante 5 a 6 semanas.

Brigitta -. Vigoroso, de crecimiento ligeramente abierto y muy productivo, la polinización cruzada mejora mucho su producción y el tamaño del fruto. Fruto grande y ligeramente ácido, con cicatriz pequeña y seca, con una calidad de conservación excepcional, preservándose hasta 2 meses en Atmósfera Controlada, hoy día es uno de los preferidos en USA, por su sabor y sensación crocante al masticar.

Ozarkblue -. Cultivar con crecimiento vertical, vigoroso, y muy productivo, recomendado para zonas de inviernos suaves. Floración tardía. Fruto de gran calidad, grande, firme y de un azul claro, con cicatriz del pedúnculo pequeña y seca

Liberty -. Seleccionado de un cruce entre ‘Briggita’ x ‘Elliott’, habiendo heredado las mejores cualidades de ambos. Arbusto de crecimiento vertical, ligeramente abierto y vigoroso, con grandes racimos que cuelgan hacia el exterior, facilitando la recolección. Se adapta bien a recolección mecánica. Fruto de sabor acidulado, tamaño medio a grande, color azul claro y muy firme.

Tardíos (Agosto)

Elliott -. De vigor medio, crecimiento vertical, ramas algo débiles necesitando podas fuertes los primeros años para formar el arbusto correctamente. Floración tardía. Fruto de tamaño medio, color azul claro, firme, con cicatriz pequeña y seca, adaptado a recolección mecánica, bastante ácido pero mejorando su calidad en cámara frigorífica, pudiendo conservarse hasta 12 semanas en Atmósfera Controlada.

Aurora -. De reciente obtención, es el cultivar dentro del grupo “highbush” más tardío que existe, madurando entre 5 a 10 después que ‘Elliott’, además, es más vigoroso y productivo, con fruto algo mayor, menos ácido, color ligeramente más oscuro y la conservación en cámara frigorífica puede ser superior.

Muy Tardíos (Septiembre)

Recientemente, han aparecido en el mercado una serie de cultivares nuevos de la especie *Vaccinium ashei* (“rabbiteye”) para producción extra-tardía, como ‘Powderblue’.

Powderblue -. Al igual que la mayoría de los cultivares del grupo “rabbiteye”, es más vigoroso y productivo que los del grupo “highbush”, fruto uniforme y de buen tamaño, de color azul claro, con cicatriz pequeña y seca, resistente al agrietamiento en periodos prolongados de lluvias, de fácil recolección y adecuado a la recogida mecánica, incluso para el mercado en fresco. Maduración a mediados de agosto, con una buena conservación en cámara frigorífica.

Ochlockonee -. Seleccionado por la Universidad de Georgia (USA), medianamente vigoroso, hábito de crecimiento erecto y muy productivo. Atributos como color del fruto, cicatriz y firmeza son similares a los indicados para ‘Tifblue’, pero es más productivo y con tamaño de fruto mayor, madura una semana más tarde que ‘Powderblue’, coincidiendo con ‘Tifblue’.

Maru -. Es una selección reciente obtenida en Nueva Zelanda. Arbusto vigoroso, levemente abierto y muy productivo, el fruto es medianamente grande, de color azul oscuro, bien expuesto y de calidad excelente. Actualmente es la variedad más tardía que existe, pudiendo llegar a tener problemas para madurar adecuadamente en zonas frías con veranos cortos. Madura durante septiembre hasta mediados de octubre.
(www.infoagro.com)

2.7. FITOHORMONAS

Las hormonas vegetales o fitohormonas son compuestos naturales producidos en la planta y son los que definen en buena medida el desarrollo, se sintetizan en una parte u órgano de la planta a concentraciones muy bajas (menos de una parte por millón) y actúan en ese sitio y se trasladan a otro en donde regulan eventos fisiológicos definidos (estimulan, inhiben o modifican el desarrollo), los nutrientes quedan fuera de éste término porque las plantas no los producen, sino los toman, asimismo los aminoácidos y enzimas por encontrarse a mayores concentraciones en la planta, en general las hormonas se encuentran en todas partes de las plantas y en todo momento, aunque eventualmente se concentran en los sitios de mayor demanda. **(fisiolvegetal.blogspot.com)**

Las fitohormonas más conocidas son:

Auxinas -. Las auxinas (ácido indolacético) actúan como reguladores del crecimiento vegetal, lo que hacen, en términos básicos, es aumentar el tamaño de las células, por lo que se traduce en un mayor tamaño de la planta, además retrasa la caída de las hojas, induce al gravitropismo, promueve el crecimiento del fruto y el crecimiento de raíces laterales, etc.

Se encuentran en el embrión de semillas, en hojas jóvenes y tejidos meristemáticos de yemas apicales. **(fisiolvegetal.blogspot.com)**

Citocininas o Citoquininas -. Ya hablamos de forma más completa de las citoquininas por lo que no vamos a decir nada nuevo. Su función en la planta es estimular el crecimiento celular, si las auxinas aumentaban su tamaño, esta fitohormona lo que hace es aumentar el número de células.

Se encuentran en las raíces, aunque se pueden transportar a otras zonas de la planta. **(fisiolvegetal.blogspot.com)**

Etileno -. El etileno estimula la maduración de los frutos y provoca la caída de las hojas, hay una gran curiosidad en cuanto a su descubrimiento, en el siglo XIX se

observó que los árboles situados justo encima de las farolas se defolaban irremediablemente. Esto les llevó a la conclusión de que las farolas producían etileno que provocaba la abscisión de las hojas.

Se encuentran en el tejido de frutas maduras, en los nódulos de los tallos, hojas y flores en etapa de senectud. (fisiolvegetal.blogspot.com)

Giberelinas -. Las giberelinas son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas.

Se encuentran en los meristemos de yemas apicales, en las raíces, en hojas jóvenes y en embriones. (fisiolvegetal.blogspot.com)

Brasinoesteroides -. Muchos desconocen estas fitohormonas y se quedan o le suenan las anteriores, sin embargo, los brasinoesteroides desempeñan un papel importantísimo en las plantas, sobre todo para solucionar problemas relacionados con el estrés ambiental o biótico.

Tienen acción de crecimiento sobre células, su división y diferenciación celular, por lo que contribuyen, de manera importante, a mejorar el rendimiento de los cultivos. Una carencia de estos brasinoesteroides supondría problemas gravísimos para la planta, tales como enanismo, mal enraizamiento (y futura muerte súbita de la planta), pérdida de fertilidad, subdesarrollos en hojas y tallos, etc. (fisiolvegetal.blogspot.com)

2.8. SUSTRATO

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. (www.drascalderonlabs.com)

2.9. PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS DE CULTIVO

2.9.1. Propiedades Físicas

a) Porosidad

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones. (www.drascalderonlabs.com)

b) Densidad

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente.

(www.drascalderonlabs.com)

c) Estructura

Puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente, pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas. (www.drascalderonlabs.com)

d) Granulometría

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. (www.drascalderonlabs.com)

2.9.2. Propiedades Químicas

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

a) Químicas-. Se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Efectos fitotóxicos por liberación de iones H^+ y OH^- y ciertos iones metálicos como el Co^{+2} .
- Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del pH y la precipitación del fósforo y algunos microelementos.
- Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

b) Físico-químicas-. Son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta.

c) Bioquímicas-. Son reacciones que producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO_2 y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica.

(www.drascalderonlabs.com)

2.9.3. Propiedades Biológicas

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial, los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes, también pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida, generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido. Así las propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en:

a) Velocidad de descomposición

La velocidad de descomposición es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato., esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

b) Efectos de los productos de descomposición

Muchos de los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Una gran variedad de funciones vegetales se ve afectadas por su acción.

c) Actividad reguladora del crecimiento

Es conocida la existencia de actividad auxínica en los extractos de muchos materiales orgánicos utilizados en los medios de cultivo. (www.drascalderonlabs.com)

2.10. CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO IDEAL

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

a) Propiedades físicas:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

b) Propiedades químicas:

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

c) Otras propiedades:

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.
(www.drascalderonlabs.com)

2.11. TIPOS DE SUSTRATOS

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

2.11.1. Según sus Propiedades

- **Sustratos químicamente inertes:** Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- **Sustratos químicamente activos:** Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato, los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante, los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. (www.drascalderonlabs.com)

2.12. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ALGUNOS SUSTRATOS

2.12.1. Sustratos Naturales

a) Agua

Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato. (www.drascalderonlabs.com)

b) Gravas

Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico, poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años, algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse, existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras. (www.drascalderonlabs.com)

c) Arenas

Las que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río, su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula. Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %, algunos tipos de arena deben lavarse previamente, su pH varía entre 4 y 8, su durabilidad es elevada, es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento. (www.drascalderonlabs.com)

d) Turbas

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen, se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor

contenido.

Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles, las turbias rubias tiene un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen, presentan un pH que oscila entre 3.5 y 8.5. (www.drascalderonlabs.com)

e) Acícula de pino

Se pueden emplear cortezas de diversas especies vegetales, aunque la más empleada es la de pino, que procede básicamente de la industria maderera, al ser un material de origen natural posee una gran variabilidad, las cortezas se emplean en estado fresco (material crudo) o compostadas, las cortezas crudas pueden provocar problemas de deficiencia de nitrógeno y de fitotoxicidad. El pH varía de medianamente ácido a neutro (6.0 – 7.0). (www.drascalderonlabs.com)

f) Cascarilla de arroz quemada

Es uno de los sustratos más empleados para los cultivos bien sea cruda o parcialmente carbonizada, su principal inconveniente es su baja capacidad de retención de humedad, pero para contrarrestar ese problema se ha recurrido a la quema parcial de la misma, esta práctica mejora notablemente la humectabilidad y obtiene un pH ligeramente ácido (6.0 -6.5). (www.drascalderonlabs.com)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo dentro de la ciudad de Tarija en la provincia de Cercado con las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud en grados, minutos y segundos: 21°31'17" sur

Longitud en grados, minutos y segundos: 64°43'41" oeste

Una altura aproximada de 1. 876m.s.n.m

Fuente: (<http://mapasamerica.dices.net/bolivia/mapa>)

Ubicado más precisamente en el barrio San Bernardo en el Vivero El Rosal.

El vivero El Rosal está ubicado en la avenida San Bernardo al final entré el pasaje los lapachos.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Tarija tiene un clima cálido y seco característico de los valles. (Senamhi 2017)

3.2.1. Precipitación

Tiene una precipitación promedio de 615,4 milímetros (24,25 pulgadas) por año, el mes más cálido es noviembre, el más frío es julio y enero es el mes más lluvioso en promedio.

(<https://sites.google/sites/climaenbolivia/clima-en-bolivia/clima-en-tarija>)

3.2.2. Viento

En ciertas temporadas, el territorio de Tarija es surcado por vientos fríos del sur que producen descensos bruscos en la temperatura, estos vientos son conocidos como “surazos”, los vientos en Tarija van des 60 km/h hasta 120km/h y en invierno los vientos son meridionales.(https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Bolivia)

3.2.3. Humedad

La humedad es relativa con un promedio que va desde el 70% al 90%.

(www.ahora.digital.net)

3.2.4. Heladas

Tarija es una zona propensa a las heladas debido a las bajas temperaturas que se registran últimamente en estos años.

(https://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Bolivia)

3.2.5. Vegetación

Tiene una vegetación de pastos, arbustos, bosques y pampas.

(www.educa.com.bo)

3.2.6. Suelos

El departamento de Tarija esta surcado por la cordillera oriental donde se diferencian los paisajes, serranías, montañas, planicies, colinas, valles, y pie de montes, se caracteriza por tener suelos aptos para toda clase de cultivos de zonas frías y templadas.

(www.boliviahostels.com)

3.3. MATERIALES

Los materiales que se utilizaron para la elaboración de este proyecto de investigación son los siguientes:

3.3.1. Material Biológico

Se utilizaron dos esquejes de arándano de diferentes variedades, las cuales son:

3.3.2. Variedad Misty

Es una variedad muy popular debido a su rápido establecimiento, tiene buena adaptación a distintos tipos de suelo y su follaje es erguido muy vigoroso de color verde azulado, tiene un requerimiento de 200 a 250 horas frío. Su fruto es grande azul claro firme y de excelente sabor, produce fruta muy temprano.

La planta tiene un hábito de crecimiento arbustivo y requiere un manejo de poda para evitar sobre producción es una planta auto fértil.

3.3.3. Variedad O'Neal

Requiere de 150 a 300 horas frío y se adapta bien a las diferentes condiciones del clima y suelo, es una planta auto fértil, la fruta es grande de color azul claro y de excelente calidad. La planta es vigorosa y de hábito de crecimiento erecto y crece hasta 1,8 metros.

3.4. FITOHORMONAS

Se utilizaron dos tipos de fitohormonas que son las siguientes:

3.4.1. Nafusaku 16

Es un regulador del crecimiento de las plantas, estimula y acelera la emisión de raíces en gajos y estacas leñosas. ANA (ácido naftaleno acético)

3.4.2. Stim Root

Es una hormona enraizante ideal para las plantas leñosas, el éxito de la hormona Indol-3-butirico o IBA, está en que estimula un rápido enraizamiento de los esquejes y gajos.

3.5. SUSTRATOS

Se utilizaron dos tipos de sustratos:

3.5.1. Sustrato 1

Este primer sustrato estuvo compuesto por una mezcla de arena pura granulada (25%), tierra vegetal tipo turba (50%) y cascarilla de arroz (25%).

3.5.2. Sustrato 2

Este segundo sustrato estuvo compuesto por una mezcla de tierra vegetal tipo turba (50%), arena pura granulada (15%), humus de lombriz (20%) y acícula de pino (15%).

3.6. INFRAESTRUCTURA

3.6.1. Invernadero Túnel

El invernadero tipo túnel donde se ejecutó la investigación, no tiene paredes rectas, siendo la estructura totalmente curva desde el punto de fijación en el suelo hasta la cumbrera tiene una altura de 2,50 metros y 3 metros de ancho, la forma de los arcos es curva fabricada con tubos de cañería pbc cilíndricos de 1/2 pulgada con alambre galvanizado, con una distancia entre arcos de 1 metros, el sistema de riego por micro aspersores, contara con una planta bandas de 1,20 metros de ancho y 10 metros de largo y todo el invernadero estará cubierto con nylon agrofil de 250 micrones, siendo el largo total del invernadero túnel de 15 metros.

3.7. MATERIAL DE CAMPO

- Libreta de campo
- Tablero de campo
- Cámara fotográfica
- Nylon agrofil
- Tutores
- Tijera de podar
- Fluxómetro
- Tubos de cañería pbc 1/2 pulgada
- Alambre galvanizado
- Vasos descartables (200ml)
- Pulverizadora
- Letreros de identificación de los tratamientos
- Fungicidas
- Insecticidas
- Desinfectante de sustrato
- Fertilizante foliar

3.7.1. Material De Gabinete

- Computadora
- Impresora

3.8. METODOLOGÍA

Se procedió a limpiar el invernadero, nivelando el suelo de la planta banda para poder poner ahí los vasos y que queden firmes, una vez nivelado el suelo se procedió a colocar los carteles de los tratamientos dividiendo la planta banda en tres a una distancia de 0,4m para que entren las tres repeticiones con sus doce tratamientos colocados al azar cada uno a una distancia de 1,20m de cartel a cartel, después se continuó con la poda de los arándanos de las variedades Misty y O'Neal, para obtener los esquejes a una altura de 10 cm dejando de 3 a 4 yemas en los esquejes, luego todos los esquejes se los amarró y se los introdujo en una fuente con agua por dos días hasta preparar los sustratos y evitando que los esquejes no se sequen, concluida esta parte se realizó la preparación del sustrato 1: arena pura granulada (25 %), tierra vegetal tipo turba (50%) y cascarilla de arroz (25%) y sustrato 2: tierra vegetal tipo turba (50%), arena pura granulada (15%), humus de lombriz (20%) y acícula de pino (15%), para la medición de los porcentajes se midió en un balde de 20 L, para las mezclas se usaron dos bolsas quintaleras cortadas a la mitad para que sean más grandes, se colocaron en el suelo y se echaron los componentes de cada sustrato a sus respectivas bolsas con sus porcentajes correspondientes, previamente a la mezcla se preparó 1 Kg de azufre para echar 500g a cada sustrato, ya que el azufre es un acidificaría los sustratos, luego se mezclaron por separado para introducirlos en los vasos que ya estaban listos porque solo se les hicieron dos orificios en la parte basal con un fierro caliente para que la humedad salga por ahí, una vez llenos los vasos se los puso en sus tratamientos correspondientes. Seguidamente se preparó la fitohormona Nafusaku 16, usando 2g del producto en 20L de agua en una fuente, luego se dividió esa agua en dos baldes distintos para así dejar 24 horas en remojo con 60 esquejes de la variedad Misty en un balde y 60 esquejes de la variedad O'Neal en otro balde, pero el agua solo cubría unos 3 cm de los esquejes de la raíz hacia arriba. Una vez sacados los esquejes de la fitohormona Nafusaku 16 se llevaron todos los esquejes al vivero para poder plantarlas en los vasos, se usó un guiador de 3cm para hundirlo en los sustratos y que a esa profundidad sean plantados en los vasos justo al centro de cada vaso, ya acabado de plantar los esquejes

con el Nafusaku 16 se prosiguió a usar la otra fitohormona Stim Root sumergiendo el esqueje en el frasco, untando 1cm del producto lo cual equivale a 1000mg, luego sacudiéndolo para eliminar el exceso de polvo para luego trasplantar en los vasos con sus tratamientos correspondientes ya plantados todos los esquejes en sus tratamientos se preparó un desinfectante de sustrato, el producto utilizado fue el azimut con una dosis de 25g de producto para 10L de agua para luego usarlo en la mochila pulverizadora y echarlo en los tratamientos ósea en cada vaso así desinfectar los sustratos concluido todo este trabajo se prosiguió a observar como evolucionaba el ensayo en los 100 días de estudio, para que este todo bien se utilizó fungicida, insecticida y fertilizante foliar para los esquejes cada dos semanas con la pulverizadora, el fungicida que se uso fue el Azimut con una dosis de 25g de producto para 10L de agua, el insecticida utilizado fue el Vertimec con una dosis de 50ml en 10L de agua y el fertilizante foliar usado fue el Energy Root con una dosis de 50ml para 10L de agua, el riego se realizaba 3 veces a la semana durante 10 min en los aspersores y cuando usábamos el azufre para el pH lo mezclábamos con agua usando 200g de azufre para 20L de agua y lo regábamos a los esquejes con una regadera.

Se tomaron las evaluaciones del pH (inicial y final), la evaluación correspondiente a los 30, 45, 60, 75 y 100 días del número de brotes y altura de los brotes, a los 100 días solo se tomó la única evaluación del porcentaje de prendimiento, longitud de raíces y número de raíces, así concluimos con la investigación una vez obtenido todos los resultados.

3.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado en el presente trabajo es completamente al azar con arreglo tri factorial (2x3x2) con 12 tratamientos y 3 repeticiones con 36 unidades experimentales.

3.9.1. Tratamientos

Tratamientos	Variedades	Fitohormonas	Sustratos
T1 VMH0S1	Misty	Sin fitohormona	Sustrato 1
T2 VMH0S2	Misty	Sin fitohormona	Sustrato 2
T3 VMH1S1	Misty	Nafusaku 16	Sustrato 1
T4 VMH1S2	Misty	Nafusaku 16	Sustrato 2
T5 VMH2S1	Misty	Stim Root	Sustrato 1
T6 VMH2S2	Misty	Stim Root	Sustrato 2
T7 VOH0S1	O'Neal	Sin fitohormona	Sustrato 1
T8 VOH0S2	O'Neal	Sin fitohormona	Sustrato 2
T9 VOH1S1	O'Neal	Nafusaku 16	Sustrato 1
T10 VOH1S2	O'Neal	Nafusaku 16	Sustrato 2
T11 VOH2S1	O'Neal	Stim Root	Sustrato 1
T12 VOH2S2	O'Neal	Stim Root	Sustrato 2

Dosis

Nafusaku 16 (2g del producto en 20L de agua)

Stim Root (1000mg)

Sin fitohormona (no se usó ninguna fitohormona)

Sustrato 1 (arena pura granulada 25 %, tierra vegetal tipo turba 50% y cascarilla de arroz 25%)

Sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba (50%), arena pura granulada (15%), humus de lombriz (20%) y acícula de pino (15%))

3.9.2. Factores

Variedades (Misty y O'Neal)

Fitohormonas (Nafusaku 16, Stim Root y testigo sin fitohormonas)

Sustratos (Sustrato 1 y 2)

3.9.3. Unidades Experimentales

Cada unidad experimental está compuesta por 10 esquejes

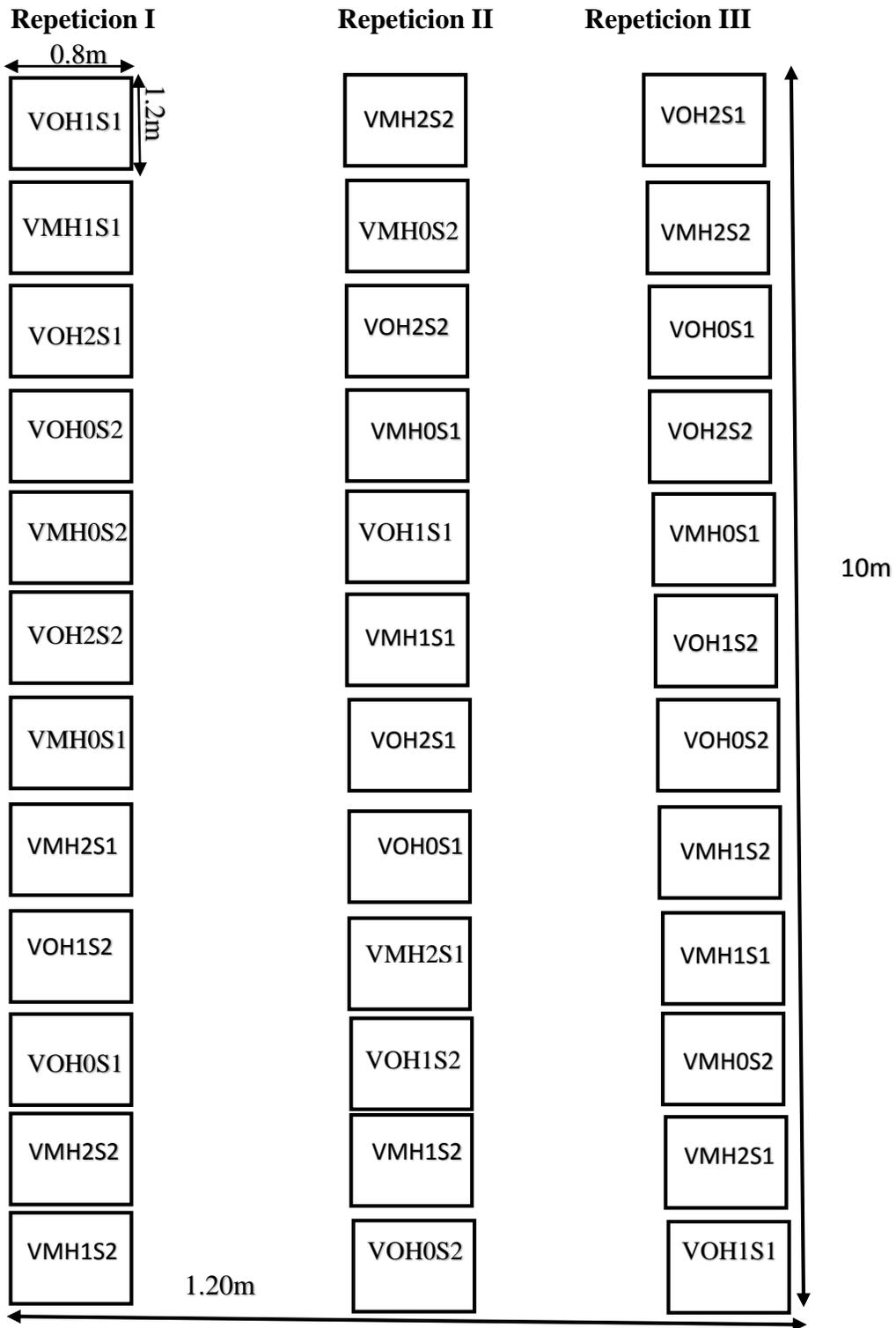
3.9.4. Características del Diseño

N° de tratamientos: 12

N° de repeticiones: 3

N° de unidades experimentales: 36

3.9.5. Diseño de Campo



3.10. VARIABLES A EVALUAR

- pH (tratamiento pH inicial – pH final)
- Evaluación de la parte aérea
- Número de los brotes a los 30, 45, 60, 75 y 100 días
- Altura de los brotes a los 30, 45, 60, 75 y 100 días
- Porcentaje de prendimiento
- Longitud de las raíces
- Número de raíces

Con los datos obtenidos al final de la investigación, se procederá a realizar el análisis estadístico y la prueba de significación para determinar el porcentaje de prendimiento del arándano que es el objetivo principal de la tesis.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis del pH del Sustrato

Tabla 1

Control del pH en los sustratos

Fecha	pH Sustrato 1	pH Sustrato 2
1 de agosto	7.2	7.5
26 de agosto	6.5	7.0
9 de septiembre	5.6	5.1
30 de septiembre	6.4	6.0
20 de octubre	5.7	5.3
10 de noviembre	6.0	6.1

Este análisis se realizó para verificar el pH del sustrato con el que se inició el ensayo y con el pH que terminó el ensayo, previamente en la preparación de los sustratos se aplicó azufre 1 kg ya que este producto ayuda para acidificar el sustrato, las mediciones de los sustratos se realizaron con un pH metro la primera fue el 1 de agosto dándonos como resultado sustrato 1: 7.2 (alcalino) y sustrato 2: 7.5 (alcalino).

Ya para la segunda medición el 26 de agosto sustrato 1: 6.5 (neutro) y sustrato 2: 7.0 (neutro), la tercera medición se realizó el 9 de septiembre observando que el azufre ya hizo efecto acidificando los sustratos dando como resultados sustrato 1: 5.6 (ácido) y sustrato 2: 5.1 (ácido), la cuarta medición fue el 30 de septiembre nos mostró sustrato 1: 6.4 (neutro) y sustrato 2: 6.0 (neutro) para lo cual se tuvo que volver a echar azufre pero disuelto en agua, de esta manera regar los esquejes para que se vuelvan ácidos los sustratos, la quinta medición fue el 20 de octubre, sustrato 1: 5.7 (ácido) y sustrato 2: 5.3 la última medición del pH se realizó el 10 de noviembre sustrato 1: 6.0 (neutro) y sustrato 2: 6.1 (neutro), mostrándonos que el pH final del ensayo terminó siendo neutro.

Sin embargo, según Castellano (2016), no necesariamente el pH del suelo debe bajarse a niveles de 4.5, y que valores por encima no significan un problema para la nutrición

del arándano. El mismo autor menciona que valores entre 5.5 a 6.5, los cuales tiene como referencia el Laboratorio de Fertilab, permite el adecuado desarrollo de este cultivo, sobre todo cuando el suelo cuenta con niveles suficientes de nutrientes.

Incluso Barney (1999) menciona que el arándano puede ser productivo cuando se establece en suelos con pH 6.0. La confusión de que el arándano requiere un pH de entre 4.5 y 5.5 viene precedido de su origen, pues al ser una planta silvestre de bosque y de regiones con precipitaciones elevadas, su raíz está adaptada a condiciones acidas. Con todo ello, el arándano ha sabido adaptarse ya que valores de 6.5 permiten una producción aceptable.

4.2. EVALUACIÓN DE LA PARTE AÉREA

La evaluación de la parte aérea se realizó en 5 oportunidades, a los 30, 45, 60, 75 y 100 días; sin embargo, a los 30 días no se observó ninguna manifestación en los esquejes de ninguno de los tratamientos, por lo que no se consideró esta evaluación como parte de los resultados.

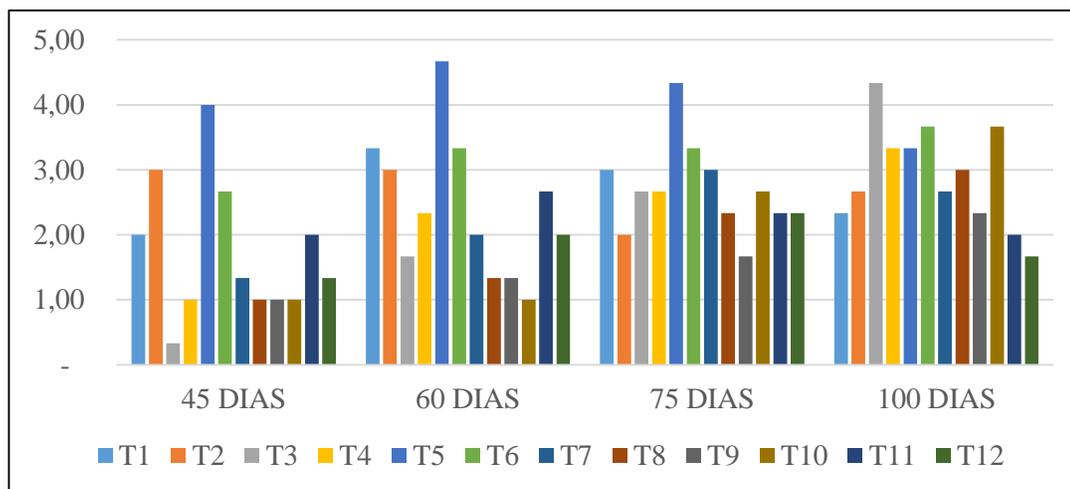
4.2.1. Número de Brotes en los Esquejes a los 45, 60, 75 y 100 Días

Los brotes son un indicador de que los esquejes entraron en actividad, desarrollándose las yemas aproximadamente a partir de los 40 días, no obstante, no todos los brotes se consolidaron, dado que a partir de los 60 días se tuvo problemas de mortandad (necrosamiento).

Muñoz (s/f), menciona, la propagación por estacas, que en apariencia puede ser relativamente fácil, tiene una serie de complicaciones que se traducen en un bajo rendimiento de enraizamiento o en la propagación de enfermedades indeseables. Bajos rendimientos, el necrosamiento de algunos brotes lo acredita.

Gráfico 1

Comportamiento de los tratamientos respecto al número de brotes



En el gráfico 1, podemos observar que los tratamientos iniciaron a los 45 días con un número de brotes de entre 0,33 hasta 4 brotes, mientras que en la evaluación a los 60 días en todos los tratamientos se contempló un incremento relativo en el número de brotes (1 a 4,67 brotes), a los 75 días hubo reducción en el promedio del tratamiento 5 que era el que mejor se venía desarrollando en forma ascendente (reducción de 4,67 a 4,33 brotes debido al necrosamiento de esquejes), en tanto que la última evaluación realizada a los 100 días se observó que el promedio del número de brotes del tratamiento 5 se redujo a un promedio de 3,33 brotes, mientras que el tratamiento 3 fue el que finalizó con un mayor número de brotes (4,33), contemplando que el último estudio realizado tuvo un promedio de brotes (1,67 a 4,33).

Los resultados coincidieron de manera relativa con los alcanzados por Lostaunau (2015), en su investigación: “Efecto de diferentes concentraciones de ácido giberélico en la multiplicación de arándano (*Vaccinium corymbosum* cv. Biloxi), en la provincia de Huaraz Ancash”; al segundo mes (60 días) los brotes fueron de 1 a 4.

Se prestó especial atención a la última evaluación, mostrándose los datos con un promedio general de 2,92 brotes en todo el experimento.

4.2.1.1. Análisis de Varianza del Número de Brotes a los 45, 60, 75 Y 100 Días

Cuadro 1

Análisis de varianza del número de brotes a lo largo del estudio

FUENTES DE VARIACIÓN	F CALCULADA				F TABULADA	
	45 DÍAS	60 DÍAS	75 DÍAS	100 DÍAS	5%	1%
TRATAMIENTOS	1,53 ^{NS}	4,04 ^{**}	0,87 ^{NS}	3,30 ^{**}	2,26	3,18
Fact. VARIEDAD	3,27 ^{NS}	19,08 ^{**}	2,07 ^{NS}	8,49 ^{**}	4,30	7,95
Fact. HORMONA	3,89 [*]	8,98 ^{**}	0,89 ^{NS}	4,07 [*]	3,44	5,72
Fact. SUSTRATO	0,05 ^{NS}	2,12 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,45 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-VAR/HOR	1,59 ^{NS}	0,70 ^{NS}	1,30 ^{NS}	5,47 [*]	3,44	5,72
Inter-VAR/SUS	0,20 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,84 ^{NS}	1,26 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-HOR/SUS	0,82 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,15 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/HOR/SUS	0,36 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,07 ^{NS}	3,37 ^{NS}	3,44	5,72

* = Existen diferencias.

** = Existen diferencias altamente significativas.

NS = No existen diferencias.

En el cuadro 1, se concluye que no se observan diferencias entre los tratamientos a los 45 días y a los 75 días; en tanto que a los 60 días y 100 días las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas.

No se observan diferencias del factor variedad a los 45 y 75 días; en tanto que a los 60 y 100 días las diferencias en la variedades son altamente significativas. Se observa que existen diferencias del factor hormona a los 45 y 100 días; en tanto que a los 60 días existen diferencias altamente significativas y a los 75 días no se observan diferencias del factor hormona. No se observan diferencias del factor sustrato de los 45, 60, 75 y 100 días.

No se observan diferencias en la interacción variedad/hormona en los 45, 60 y 75 días; en tanto que a los 100 días si existen diferencias en la interacción variedad/hormona. No se observa diferencias en la interacción variedad/sustrato en los 45, 60, 75 y 100 días. No se observan diferencias en la interacción hormona/sustrato en los días 45, 60, 75 y 100 días. No se observan diferencias entre la interacción variedad/hormona/sustrato a los 45, 60, 75 y 100 días.

4.2.1.2. Número de Brotes en los Esquejes a los 100 Días

Se presto especial atención a la última evaluación, mostrandose los datos con un promedio general de 2,92 brotes en todo el experimento.

Tabla 2

Conjunto de datos del número de brotes recolectados a los 100 días (última evaluación)

TRAT.		REPLICAS			Σ	X
		I	II	III		
T1	VMH0S1	2	2	3	7	2,33
T2	VMH0S2	2	3	3	8	2,67
T3	VMH1S1	4	4	5	13	4,33
T4	VMH1S2	3	4	3	10	3,33
T5	VMH2S1	4	3	3	10	3,33
T6	VMH2S2	3	4	4	11	3,67
T7	VOH0S1	2	2	4	8	2,67
T8	VOH0S2	4	2	3	9	3,00
T9	VOH1S1	2	3	2	7	2,33
T10	VOH1S2	5	3	3	11	3,67
T11	VOH2S1	2	2	2	6	2,00
T12	VOH2S2	1	2	2	5	1,67
ΣBlog.		34	34	37	105	2,92

Presentados en la tabla 2, el número de brotes de los tratamientos van en forma ascendente, desde 1,67 brotes en el T12, 2 brotes T11, 2,33 brotes T9, 2,33 brotes T1, 2,67 brotes T7, 2,67 brotes T2, 3 brotes T8, 3,33 brotes T5, 3,33 brotes T4, 3,67 brotes T10, 3,67 brotes T6 y 4,33 brotes T3 siendo este tratamiento el que más número de brotes tuvo en todo el experimento.

Alcanzando los resultados mencionados, no hubo un incremento sustancial a los 100 días desde la primera evaluación, porque los brotes iniciales simplemente desarrollaron en longitud y no en cantidad, al margen de esto la mortandad de algunos

de ellos provocó una reducción en el número de brotes en las unidades experimentales; no coincidiendo con los resultados hallados a los 90 días por Lostaunau (2015), aunque las condiciones de estudio hayan sido ligeramente diferentes.

4.2.1.3. Número de Brotes en las Variedades, las Hormonas y los Sustratos

Tabla 3

Número de brotes en los factores combinados de variedades y hormonas

	H0	H1	H2	Σ	X
V1	15	23	21	59	3,28
V2	17	18	11	46	2,56
Σ	32	41	32	105	2,92
X	2,7	3,4	2,7		

En la tabla 3, se reflejan las medias de las variedades, para la variedad 1 Misty una media de 3,28 brotes, para la variedad 2 O'Neal una media de 2,56 brotes, siendo la variedad 1 Misty la que más brotes obtuvo en el tratamiento.

Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), aparentemente tuvieron algunos inconvenientes alcanzando simplemente un promedio de 1,2 brotes en la var. Delite y 0,1 en la var. Bluebelle. Las diferentes metodologías para realizar la evaluación influyeron para que existan diferencias en los resultados con el presente ensayo. A diferencia de Lostaunau (2015) que en su última evaluación alcanzó 11 brotes en su mejor tratamiento en la var. Biloxi.

Tabla 4

Número de brotes en los factores combinados de variedades y sustratos

	S1	S2	Σ	X
V1	29	30	59	3,28
V2	25	21	46	2,56
Σ	54	51	105	2,92
X	3,00	2,83		

En la tabla 4, se reflejan las medias de los sustratos, para el sustrato 1 (arena pura granulada, tierra vegetal tipo turba y cascarilla de arroz), con una media de 3,00 brotes, para el sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba, arena pura granulada, humus de lombriz y acícula de pino), con una media de 2,83 brotes, siendo el sustrato 1 levemente mejor en el presente ensayo.

La sutil diferencia en los resultados de los sustratos, podría atribuirse a una mejor calidad del sustrato 2 que contienen humus de lombriz, que proveyó de nutrientes de calidad, resaltado en la Guía de Lombricultura-ADEX (2002), para alcanzar un mayor número de brotes.

Tabla 5

Número de brotes en los factores combinados de hormonas y sustratos

	H0	H1	H2	Σ	X
S1	17	21	16	51	3,00
S2	15	20	16	54	2,83
Σ	32	41	32	105	2,92
X	2,7	3,4	2,7		

En la presente tabla 5 se observa las medias de las hormonas, para la hormona 0 (Testigo) una media de 2,7 brotes, para la hormona 1 (Nafusaku 16) una media de 3,4 brotes, para la hormona 2 (Stim Root) una media de 2,7 brotes, siendo la hormona 1 (Nafusaku 16) la que mejor resultados consiguió en los brotes.

El AIB no mostró sus bondades a la hora de conseguir un mayor número de brotes, porque el promedio es igual al del testigo y existe cierta explicación. Las auxinas cumplen la función del enraizamiento, con poca influencia en los brotes, aunque viendo a la especie como un conjunto, ninguna fitohormona actúa de manera aislada.

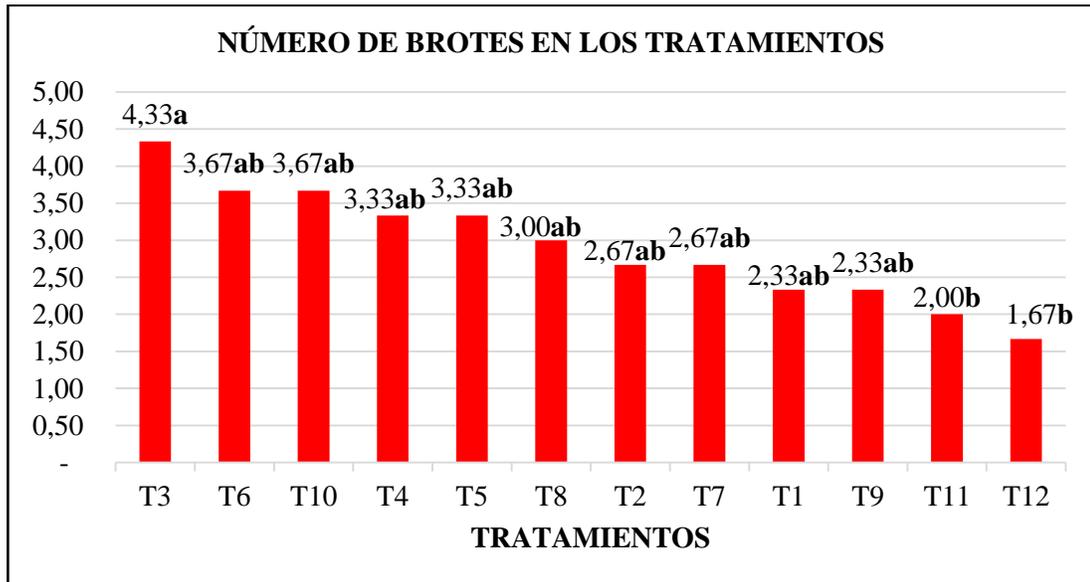
A los 100 días se realizó la última evaluación por lo que se analizó a detalle todos los resultados del análisis de varianza; viéndose diferencias altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad de error en los tratamientos y en el factor variedad, mientras que se observan diferencias significativas en el factor hormona y la interacción variedad/hormona, solo al 5% de probabilidad de error.

4.2.1.4. Prueba de Comparación de Medias (Tukey 5%)

El análisis de varianza demostró diferencias estadísticas en algunas fuentes de variación lo que amerita una prueba de comparación de medias, la prueba seleccionada es el test de Tukey con una significancia del 5%.

Gáfico 2

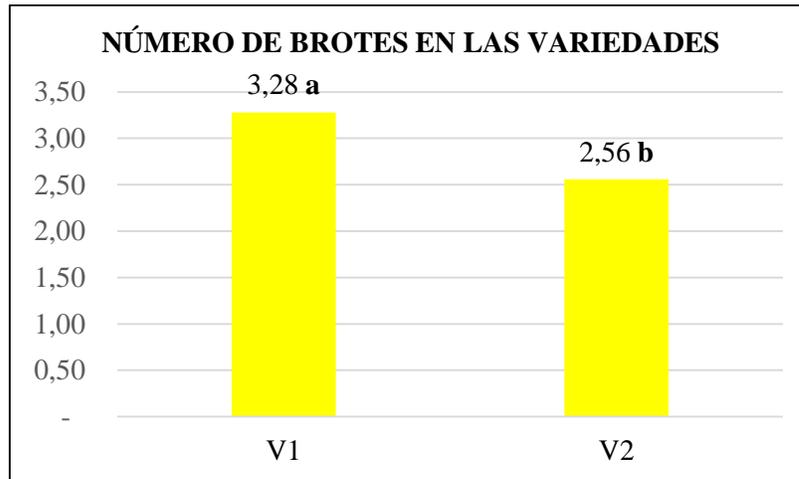
Prueba de Tukey de los tratamientos. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Reflejados en el gráfico 2, el mejor tratamiento es el T3, levemente inferiores los tratamientos T6, T10, T4, T5, T8, T2, T7, T1 y T9, todos estos ubicados en el primer intervalo de significancia. En el segundo intervalo de significancia se encuentran los tratamientos T11 y T12, sin mostrarse diferentes estadísticamente a los tratamientos T6 a T9, mostrado en el gráfico 2.

Gráfico 3

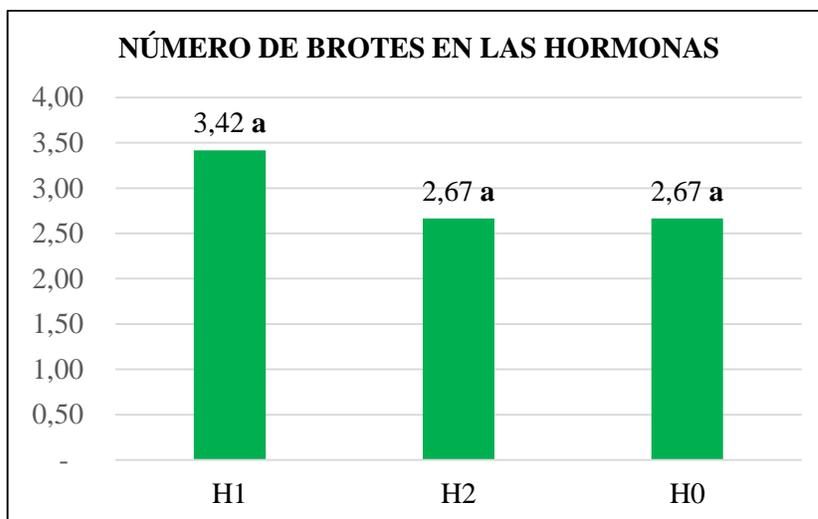
Prueba de Tukey de las variedades. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



El gráfico 3 refleja con las medias que variedad sobresalió más entre Misty y O'Neal mediante la prueba de Tukey nos dice que Misty fue la que sobresalió, siendo está la variedad dominante en el tratamiento.

Gráfico 4

Prueba de Tukey de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Mediante el presente gráfico 4, la prueba de Tukey sitúa a los niveles del factor hormona dentro un mismo rango de significancia, contradiciendo a los resultados del ANOVA; sin embargo la prueba MDS determinó que la hormona 1 (Nafusaku 16), se destacó más, mientras que la hormona 2 (Stim Root) y hormona 0 (Testigo) se ubican como segundos mejores en un mismo rango de significación.

Tabla 6

Prueba de Tukey de las variedades en presencia de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

	H0	H1	H2
V1	2,50 a	3,83 a	3,50 a
V2	2,83 a	3,00 a	1,83 b

En la tabla 6, se determina que en presencia de las hormonas H0 y H1, las variedades ofrecen un similar número de brotes; en tanto que en presencia de la hormona Stim Root la variedad Misty muestra un mayor número de brotes que la variedad O'Neal.

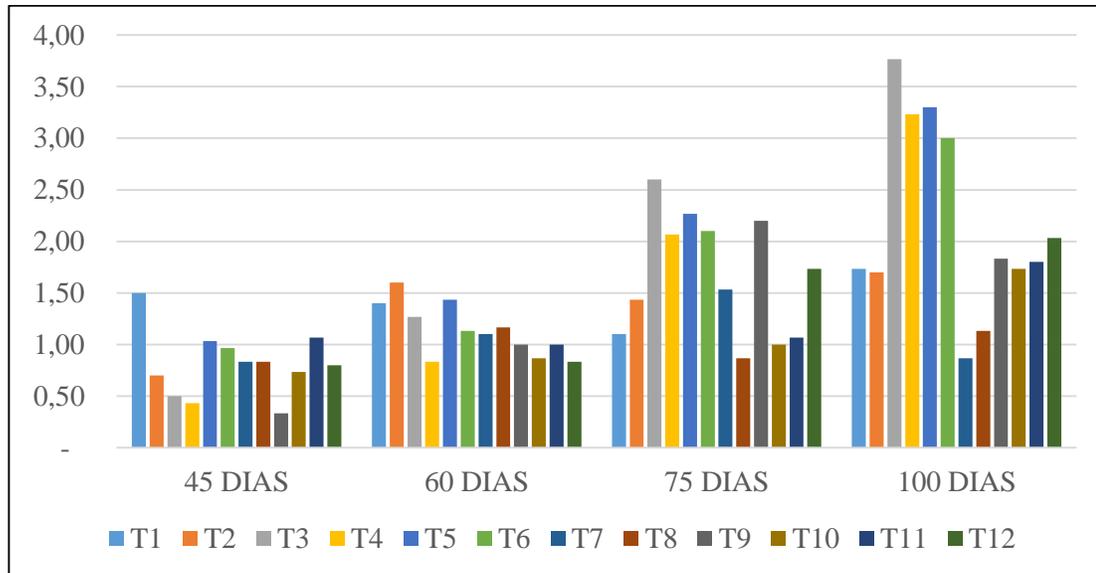
Entre las variedades utilizadas existen ciertas diferencias morfológicas y fisiológicas (requerimiento de horas frío), estos factores en relación con las auxinas (AIB, ANA), influyen en el desarrollo del número de brotes, teniendo respuestas más satisfactorias usando el ANA en ambas variedades (Misty, O'Neal).

4.2.2. Altura de Brotes en los Esquejes a los 45, 60, 75 y 100 Días

Se percibió un desarrollo de los brotes a partir de los 40 días, observándose un buen desarrollo en todos los brotes, no obstante que a partir de los 60 días se tuvo problemas de mortandad (necrosamiento) en algunas unidades experimentales. Las temperaturas bajas y muy elevadas afectan el desarrollo de los brotes, el INIA (2013) asevera, una vez que las plantas rompen la latencia se vuelven muy sensibles a las bajas temperaturas; el necrosamiento de algunos brotes pudo haberse dado por esta razón.

Gráfico 5

Comportamiento de los tratamientos respecto a la altura de los brotes



En el gráfico 5, podemos observar que los tratamientos iniciaron a los 45 días con una altura en los brotes de entre 0,33cm hasta 1,50 cm, mientras que en la evaluación a los 60 días en todos los tratamientos se contempló un incremento relativo en la

altura de los brotes (0,83 cm a 1,60 cm), a los 75 días siguió aumentando el crecimiento en altura de brotes con un promedio de 0,87 cm a 2,60 cm, en tanto que a los 100 días se mantuvo el promedio mínimo de altura con relación a la última medición con 0,87 cm a 3,77 cm, siendo el T3 el que mejor se desarrolló.

Considerando que el crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos partes vegetativo y reproductivo. Citados por Mesa (2015), Rivadeneira y Carlazara (2011), especifican cuatro etapas de crecimiento vegetativo donde el primero es la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercero el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarto una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos. En el presente estudio solo se pudo apreciar yemas vegetativas (1ra etapa), a partir de los 40 días aproximadamente, la segunda etapa en la evaluación a los 60 y 75 días, luego de esta evaluación se pudo percibir que los brotes ya pasaban a la tercera etapa, encontrándose a los 100 días plenamente esta etapa.

4.2.2.1. Análisis de Varianza de la Altura de Brotes a los 45, 60, 75 y 100 Días

Cuadro 2

Análisis de varianza de la altura de brotes a lo largo del estudio

FUENTES DE VARIACIÓN	F CALCULADA				F TABULADA	
	45 DÍAS	60 DÍAS	75 DÍAS	100 DÍAS	5%	1%
TRATAMIENTOS	0,64 ^{NS}	0,73 ^{NS}	2,09 ^{NS}	3,69 ^{**}	2,26	3,18
Fact. VARIEDAD	0,15 ^{NS}	2,81 ^{NS}	5,17 [*]	19,58 ^{**}	4,30	7,95
Fact. HORMONA	1,85 ^{NS}	1,28 ^{NS}	3,63 [*]	8,85 ^{**}	3,44	5,72
Fact. SUSTRATO	0,34 ^{NS}	0,57 ^{NS}	1,27 ^{NS}	0,08 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-VAR/HOR	0,18 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,99 ^{NS}	1,09 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/SUS	0,60 ^{NS}	0,09 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,58 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-HOR/SUS	0,52 ^{NS}	0,60 ^{NS}	1,97 ^{NS}	0,21 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/HOR/SUS	0,41 ^{NS}	0,14 ^{NS}	1,48 ^{NS}	0,01 ^{NS}	3,44	5,72

* = Existen diferencias.

** = Existen diferencias altamente significativas.

NS = No existen diferencias.

En el cuadro 2, no se observan diferencias entre los tratamientos a los 45, 60 y 75 días; en tanto que a los 100 días la diferencias en los tratamientos es altamente significativas.

No se observa diferencias entre el factor variedad a los 45 y 60 días; en tanto que a los 75 días existen diferencias del factor variedad y a los 100 días existen diferencias altamente significativas del factor variedad.

No se observa diferencias entre el factor hormona a los 45 y 60 días; mientras que a los 75 días si existen diferencias entre el factor hormona y a los 100 se observa que existen diferencias altamente significativas entre el factor hormona.

No se observan diferencias entre el factor sustrato a los 45, 60, 75 y 100 días.

No se observan diferencias entre la interacción variedad/hormona a los 45, 60, 75 y 100 días. No se observa diferencia entre la interacción variedad/sustrato a los 45, 60, 75 y 100 días. No se observa diferencias entre la interacción hormona/sustrato a los 45, 60, 75 y 100 días.

No se observa diferencias entre la interacción variedad/hormona/sustrato a los 45, 60, 75 y 100 días.

4.2.2.2. Altura de Brotes en los Esquejes a los 100 Días

Se presto especial atención a la última evaluación realizada a los 100 días, mostrandose los datos con un promedio general de 2,18 cm de altura en los brotes en todo el experimento.

Tabla 7

Conjunto de datos de la altura de brotes recolectados a los 100 días (cm)

TRAT.		REPLICAS			Σ	X
		I	II	III		
T1	VMH0S1	1,9	1,8	1,5	5,2	1,73
T2	VMH0S2	2,3	1	1,8	5,1	1,70
T3	VMH1S1	2,6	4,7	4	11,3	3,77
T4	VMH1S2	3,7	3	3	9,7	3,23
T5	VMH2S1	2,8	2,4	4,7	9,9	3,30
T6	VMH2S2	1,3	3,7	4	9	3,00
T7	VOH0S1	0,8	0,8	1	2,6	0,87
T8	VOH0S2	0,9	1,3	1,2	3,4	1,13
T9	VOH1S1	1,5	1,9	2,1	5,5	1,83
T10	VOH1S2	2	1,4	1,8	5,2	1,73
T11	VOH2S1	1,6	2,8	1	5,4	1,80
T12	VOH2S2	3,2	1,8	1,1	6,1	2,03
Σ Blog.		24,6	26,6	27,2	78,4	2,18

Presentados en la tabla 7, la altura de brotes de los tratamientos van de forma ascendente, desde 0,87 cm el T7, 1,13 cm T8, 1,70 cm T2, 1,73 cm T1, 1,73 cm T10, 1,80 cm T11, 1,83 cm T9, 2,03 cm T12, 3 cm T6, 3,23 cm T4, 3,30 cm T5 y 3,77 cm T3 siendo este tratamiento el que se desarrollo mejor en la altura de brotación de los esquejes.

Evaluando a los 120 días Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), encontraron una altura de brotes de 3,15cm, una altura similar al de los cuatro mejores tratamientos del presente ensayo; mientras que el resto de los tratamientos se hallan con alturas de brotes muy por debajo a los logrados por Lobato de Oliveira *et al.*, (2008).

4.2.2.3. Altura de Brotes en las Variedades, las Hormonas y los Sustratos

Tabla 8

Altura de brotes en los factores combinados de variedades y hormonas (cm)

	H0	H1	H2	Σ	X
V1	10,3	21	18,9	50,2	2,79
V2	6	10,7	11,5	28,2	1,57
Σ	16,3	31,7	30,4	78,4	2,18
X	1,4	2,6	2,5		

En esta tabla 8, se reflejan las medias de las variedades, para la variedad Misty una media de 2,79 cm en altura de los brotes, para la variedad O'Neal una media de 1,57 cm en altura de los brotes, siendo la variedad Misty la que desarrollo más en altura de sus brotes.

La diferencia es de 1,22cm en el promedio de altura de brotes entre las dos variedades estudiadas, una acentuada diferencia, considerando que los valores son bajisimos; mas esta diferencia no es tan marcada como los hallados por Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), entre las variedades Delite y Bluebelle (diferencia de 5,3cm). Esto da a entender que las características morfológicas y fisiológicas de las diferentes variedades de arándanos poseen grandes diferencias. Por otro lado Picolotto *et al.*, (2013), demostraron que las variedades Misty y O'Neal, no poseen un desarrollo precoz, sus resultados variaron entre 2,3 a 4,3cm, evaluados a los 90 días.

Tabla 9

Altura de brotes en los factores combinados de variedades y sustratos (cm)

	S1	S2	Σ	X
V1	26,4	23,8	50,2	2,79
V2	13,5	14,7	28,2	1,57
Σ	39,9	38,5	78,4	2,18
X	2,22	2,14		

En la tabla 9, se reflejan las medias de los sustratos, para el sustrato 1 (arena pura granulada, tierra vegetal tipo turba y cascarilla de arroz), con una media de 2,22 cm en altura de los brotes, para el sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba, arena pura granulada, humus de lombriz y acícula de pino), con una media de 2,14 cm en altura de los brotes, siendo el sustrato 1 levemente el mejor que respondió al experimento.

El pH de los sustratos en el primer mes y parte del segundo mes del estudio, eran ligeramente alcalinos, esto desfavoreció grandemente el desarrollo de los brotes, causando la mortandad de muchos de ellos; como mencionan Luby *et al.*, (1991), las plantas del genero *Vaccinium* se caracterizan por la baja tolerancia a la salinidad.

Tabla 10

Altura de brotes en los factores combinados de hormonas y sustratos (cm)

	H0	H1	H2	Σ	X
S1	7,8	16,8	15,3	39,9	2,22
S2	8,5	14,9	15,1	38,5	2,14
Σ	16,3	31,7	30,4	78,4	2,18
X	1,4	2,6	2,5		

En la presente tabla 10 se observa las medias de las hormonas, para la hormona 0 (Testigo) una media de 1,4 cm en altura de los brotes, para la hormona 1 (Nafusaku 16) una media de 2,6 cm en altura de los brotes, para la hormona 2 (Stim Root) una media de 2,5 cm en altura de los brotes, siendo la hormona 1 (Nafusaku 16) la que levemente mejor resultado demostró.

Para un buen desarrollo de las plantas enraizadas debe existir un equilibrio entre los niveles de auxinas, giberelinas y citoquininas (STOLLER ACADEMY, 2013). La adición de una auxina busca activar las demás fitohormonas para que se propicie el desarrollo de la planta; comparados los resultados de esta investigación con los de otros investigadores, da a entender que los niveles de auxinas no fueron los ideales, aunque existe un efecto positivo comparados con el promedio de las unidades experimentales sin hormonas.

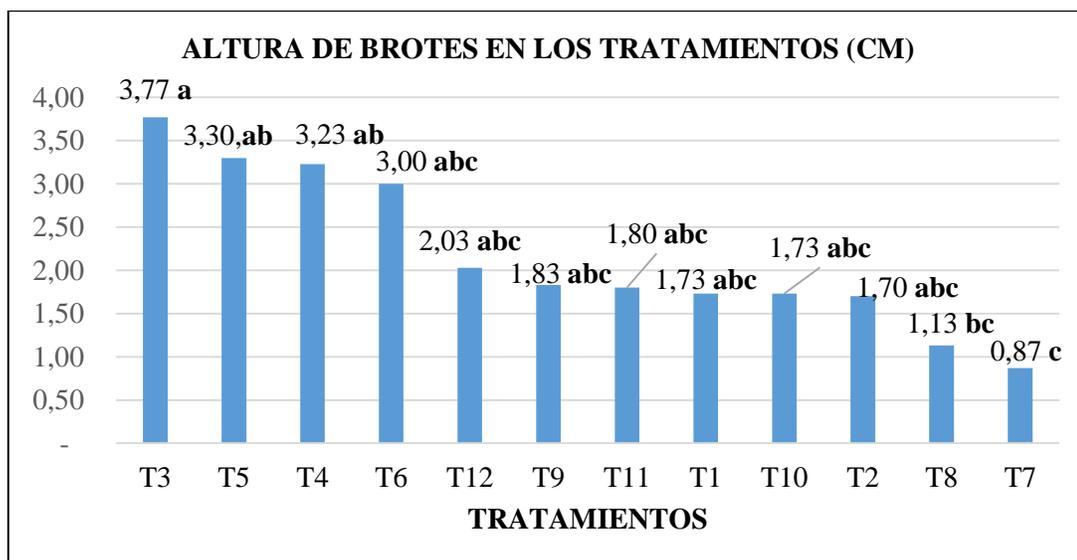
A los 100 días se realizó la última evaluación por lo que se analizara a detalle todos los resultados del análisis de varianza; viéndose diferencias altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad de error en los tratamientos, en el factor variedad y en el factor hormona.

4.2.2.4. Prueba de Comparación de Medias (Tukey 5%)

El análisis demostró diferencias estadísticas en algunas fuentes de variación lo que amerita una prueba de comparación de medias, la prueba seleccionada es el test de Tukey con una significancia del 5%.

Gráfico 6

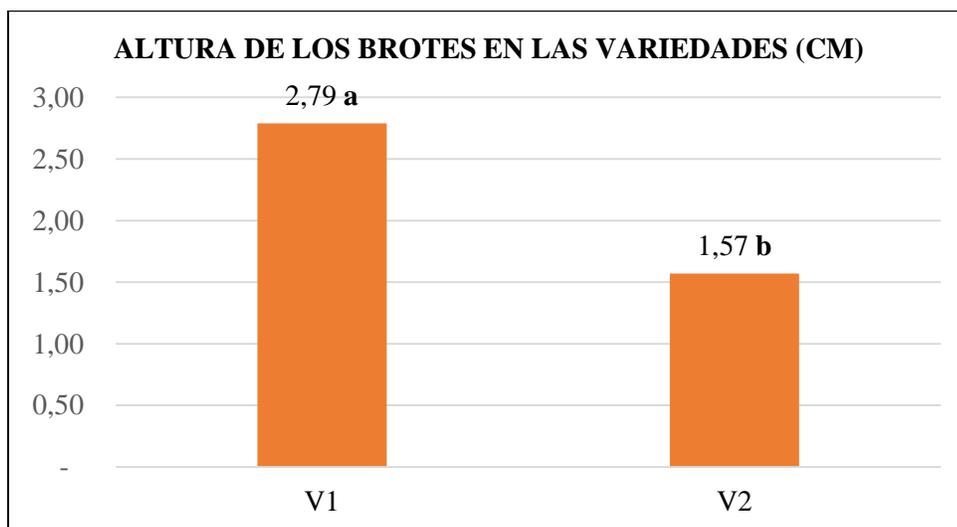
Prueba de Tukey de los tratamientos. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Reflejados en el gráfico 6, el mejor tratamiento es el T3, levemente inferiores los tratamientos T5, T4, T6, T12, T9, T11, T1, T10 y T2 todos estos ubicados en el primer rango de significancia. En el segundo intervalo de significancia se encuentra el tratamiento T8 y T7. En tanto que el T8 no se muestra diferente a los tratamientos T2, T10, T1, T11, T9, T12, T6, T4 y T5, y el T7 solo difiere del T4, T5 y T3. Las diferencias entre uno y otro tratamiento están dadas por la influencia de las variedades y las hormonas, actuando de manera aislada sobre el desarrollo de los brotes.

Gráfico 7

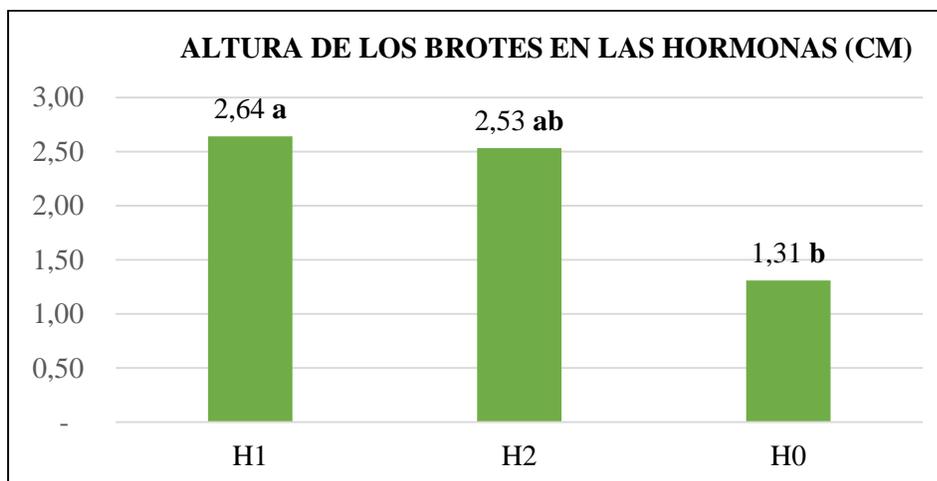
Prueba de Tukey de las variedades. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



El gráfico 7, refleja que variedad se destacó más entre Misty y O’Neal mediante la prueba de Tukey nos dice que Misty fue la que se destacó en el tratamiento debido a que su desarrolló fue excelente en la altura de sus brotes. Picolotto *et al.*, (2013), verificaron también la diferencia en los resultados entre estas dos variedades (Misty, O’Neal), empero sus resultados fueron superiores a los demostrados en este experimento.

Gráfico 8

Prueba de Tukey de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Mediante el presente gráfico 8, se observa que solo la hormona 1(Nafusaku 16) es levemente mejor que la hormona 2 (Stim Root) debido a que están en el mismo rango de significancia a comparación de la hormona 0 (testigo) que está en otro rango de significancia con relación a H1 pero en el mismo rango que H2, siendo Nafusaku 16 la mejor hormona en el ensayo.

4.3. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO A LOS 100 DÍAS

El porcentaje de prendimiento es un indicador del número de plantas que prendieron ósea las que brotaron y desarrollaron raíz.

Se realizó una solo medida a los 100 días para ver los resultados del porcentaje de prendimiento, mostrándose los datos con un promedio general de 29,17% de prendimiento en los esquejes en todo el experimento.

Tabla 11

Conjunto de datos porcentaje de prendimiento de los esquejes (%)

TRAT.		REPLICAS			Σ	X
		I	II	III		
T1	VMH0S1	20	20	30	70	23,33
T2	VMH0S2	20	30	30	80	26,67
T3	VMH1S1	40	40	50	130	43,33
T4	VMH1S2	30	40	30	100	33,33
T5	VMH2S1	40	30	30	100	33,33
T6	VMH2S2	30	40	40	110	36,67
T7	VOH0S1	20	20	40	80	26,67
T8	VOH0S2	40	20	30	90	30,00
T9	VOH1S1	20	30	20	70	23,33
T10	VOH1S2	50	30	30	110	36,67
T11	VOH2S1	20	20	20	60	20,00
T12	VOH2S2	10	20	20	50	16,67
ΣBlog.		340	340	370	1050	29,17

Presentados en la tabla 11, el porcentaje de prendimiento de los esquejes de los tratamientos van en forma ascendente, desde 16,67% en el T12, 20,00% T11, 23,33% T9, 23,33% T1, 26,67% T7, 26,67% T2, 30,00% T8, 33,33% T5, 33,33% T4, 36,67% T6, 36,67% T10 y 43,33% T3, este ultimo tratamiento fue el que mayor porcentaje de prendimiento tuvo de todas las unidades experimentales.

Los resultados encontrados en los tratamientos y en el promedio general, son inferiores a los de Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), quienes lograron un porcentaje de prendimiento general de 52,25% utilizando la variedad Delite y la variedad Bluebelle, empleando diferentes concentraciones de Ácido Indolbutirico (0, 1000, 2000, 4000 mg.L⁻¹). Aunque algunos autores como Muñoz (s/f) sugieren que el enraizamiento de estacas es la tecnica más comunmente usada para la propagación comercial de estas especies, se pudo apreciar que no es una de las técnicas más ideales a la hora de propagar arándanos, al menos en las condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

4.3.1. Porcentaje de Prendimiento en las Variedades, las Hormonas y los Sustratos

Tabla 12

Porcentaje de prendimiento en los factores combinados de variedades y hormonas (%)

	H0	H1	H2	Σ	X
V1	150	230	210	590	32,78
V2	170	180	110	460	25,56
Σ	320	410	320	1050	29,17
X	26,7	34,2	26,7		

En la tabla 12, se muestran las medias de las variedades, para la variedad Misty una media de 32,78% en prendimiento de los esquejes, para la variedad O'Neal una media de 25,56% de prendimiento en los esquejes, de esta forma observamos que la variedad Misty es la que sobresalió en el porcentaje de prendimiento.

Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), en la variedad Delite consiguieron un 88,1% de prendimiento, un porcentaje que dista mucho de lo logrado en el presente estudio; mientras que los mismos investigadores sufrieron un revés con la variedad Bluebelle, alcanzando solamente un 16,3% de prendimiento. En otra investigación, Picolotto *et al.* (2013), usando la variedad Misty consiguieron un prendimiento superior al 70%, en tanto que en la variedad O'neal en aproximadamente un 10% comparado con la variedad Misty, datos que demuestran una vez más la dificultad a la hora de enraizar la variedad O'neal; no obstante estos resultados distan mucho de los hallados en el presente estudio.

Tabla 13

Porcentaje de prendimiento en los factores combinados de variedades y sustratos (%)

	S1	S2	Σ	X
V1	290	300	590	32,78
V2	250	210	460	25,56
Σ	540	510	1050	29,17
X	30,00	28,33		

En la siguiente tabla 13, se presta atención a las medias de los sustratos, para el sustrato 1 (arena pura granulada, tierra vegetal tipo turba y cascarilla de arroz), con una media de 30,00%, para el sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba, arena pura granulada, humus de lombriz y acícula de pino), con una media de 28,33% siendo el sustrato 1 levemente el mejor en la aplicación.

Ristow *et al.*, (2012), usaron 7 diferentes sustratos: Turba de musgo (TM), Perlita (P), Fibra de coco (FC), Aserrín (A), TM+P (1:1), TM+P+FC (1:1:1) y TM+P+S (1:1:1); alcanzando 85, 56, 52, 37, 83, 89 y 85% de prendimiento respectivamente; porcentajes ampliamente superiores a los hallados en el presente ensayo. De ninguna manera puede atribuirse los bajos prendimientos al tipo de sustrato, aun sabiendo que estos poseen una enorme influencia. Hay tantos factores que pudieron haber provocado estos resultados, como el control de temperatura y humedad en los invernaderos, que son determinantes a la hora de propagar estacas semileñosas de cualquier especie vegetal,

Tabla 14

**Porcentaje de prendimiento en los factores combinados de hormonas y sustratos
(%)**

	H0	H1	H2	Σ	X
S1	170	210	160	540	30,00
S2	150	200	160	510	28,33
Σ	320	410	320	1050	29,17
X	26,7	34,2	26,7		

La presente tabla 14 nos indica las medias de las hormonas, para la hormona 0 (Testigo) una media de 26,7%, para la hormona 1 (Nafusaku 16) una media de 34,2%, para la hormona 2 (Stim Root) una media de 26,7%, siendo la hormona 1 (Nafusaku 16) la que mejor respondió en el tratamiento.

Los investigadores brasileiros Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), aplicaron tres concentraciones de ácido indolbutírico en presencia de un testigo (sin hormona), obteniendo un 63,8% con 1000 mg.L⁻¹ de AIB, 51,3% con 2000 mg.L⁻¹, 47,5% con 4000 mg.L⁻¹ y con el testigo un 46,3% de prendimiento.

4.3.2. Análisis de Varianza Del Porcentaje de Prendimiento a los 100 Días

Cuadro 3

Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento

FUENTES DE VARIACIÓN	F CALCULADA	F TABULADA	
	100 DÍAS	5%	1%
TRATAMIENTOS	3,30**	2,26	3,18
Fact. VARIEDAD	8,49**	4,30	7,95
Fact. HORMONA	4,07*	3,44	5,72
Fact. SUSTRATO	0,45 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-VAR/HOR	5,47*	3,44	5,72
Inter-VAR/SUS	1,26 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-HOR/SUS	0,15 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/HOR/SUS	3,37 ^{NS}	3,44	5,72

* = Existen diferencias.

** = Existen diferencias altamente significativas.

NS = No existen diferencias.

En el cuadro 3, se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos a los 100 días.

Se observan diferencias altamente significativas del factor variedad a los 100 días. Se observa que existen diferencias del factor hormona a los 100 días. No se observan diferencias del factor sustrato a los 100 días.

Se observan diferencias en la interacción variedad/hormona a los 100 días. No se observa diferencias en la interacción variedad/sustrato en los 100 días. No se observan diferencias en la interacción hormona/sustrato en los días 100 días. No se observan diferencias entre la interacción variedad/hormona/sustrato a los 100 días.

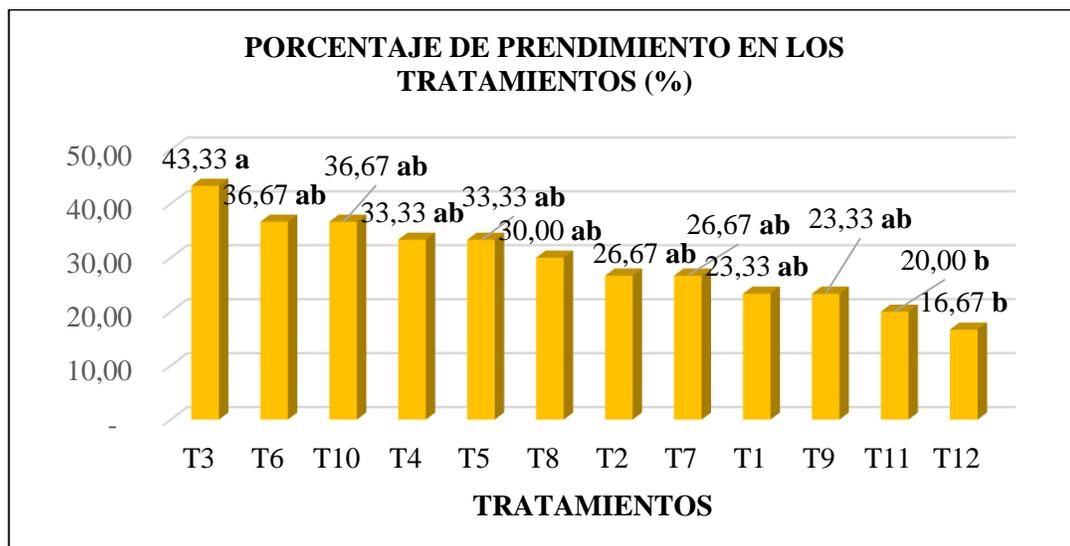
A los 100 días se realizó la única evaluación por lo que se analizara a detalle todos los resultados del análisis de varianza; viéndose diferencias altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad de error en los tratamientos y en el factor variedad, mientras que se observan diferencias significativas en el factor hormona y la interacción variedad/hormona, solo al 5% de probabilidad de error.

4.3.3. Prueba de Comparación de Medias (Tukey 5%)

El análisis demostró diferencias estadísticas en algunas fuentes de variación lo que amerita una prueba de comparación de medias, la prueba seleccionada es el test de Tukey con una significancia del 5%.

Gráfico 9

Prueba de Tukey de los tratamientos. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

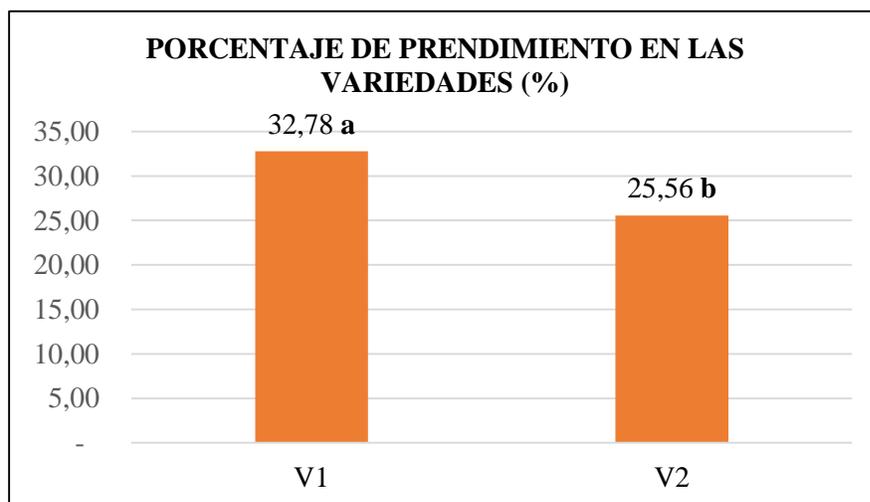


Reflejados en el gráfico 9, el mejor tratamiento es el T3, levemente inferiores los tratamientos T6, T10, T4, T5, T8, T2, T7, T1 y T9, todos estos ubicados en el primer intervalo de significancia. En el segundo intervalo de significancia se encuentran los tratamientos T11 y T12, sin mostrarse diferentes estadísticamente a los tratamientos T6 a T9, mostrados en el gráfico 9.

Las diferencias entre los tratamientos pueden deberse a un bajo o elevado nivel de auxinas endógenas que las variedades poseían en el momento de la colecta de estacas, en interacción con las auxinas exógenas aplicadas (ANA, AIB). Hartmann y Kester (1990), mencionan al respecto: existe grande diferencia en la capacidad de prendimiento de las estacas de plantas entre las diferentes especies, aun siendo entre variedades.

Gráfico 10

Prueba de Tukey de las variedades. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

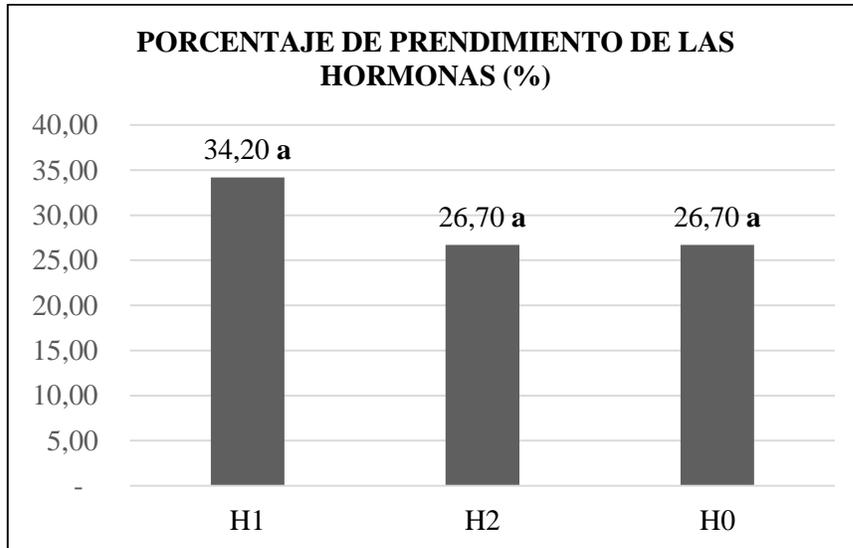


El gráfico 10, nos refleja que variedad se destacó en el ensayo entre Misty y O'Neal mediante la prueba de Tukey nos dice la que más porcentaje de prendimiento consiguió es Misty.

El comportamiento diferenciado entre las variedades Misty y O'Neal puede ser atribuido a diferencias genéticas entre las mismas, sin embargo comparados con los resultados de Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), la variación en los resultados probablemente se dio debido a muchos más factores que las diferencias genéticas, como la diferente metodología aplicada (longitud de estacas, tiempo de estudio).

Gráfico 11

Prueba de Tukey de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



En el presente gráfico 11, la prueba de Tukey sitúa a los niveles del factor hormona dentro un mismo rango de significancia, contradiciendo a los resultados del ANOVA; sin embargo mediante la prueba MDS determinó que la hormona 1 (Nafusaku 16), se destacó más, mientras que la hormona 2 (Stim Root) y hormona 0 (Testigo) se ubican como segundos mejores en un mismo rango de significación.

Estos resultados no son justificables, más por el Stim Root que no se diferenció del testigo. La concentración de las auxinas posee un efecto importante en el enraizamiento, las auxinas pueden producir un efecto positivo hasta ciertas concentraciones, a partir de las cuales pasa a tener un efecto inhibitorio. La inhibición mencionada puede ser variable en raíces, tallos, y yemas, por tanto, la respuesta a la aplicación de auxinas depende de la naturaleza del tejido, de la especie y de la concentración de la sustancia presente (Citados por Lobato de Oliveira *et al*, 2008; Alvarenga & Carvalho, 1983).

Tabla 15

Prueba de Tukey de las variedades en presencia de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

	H0	H1	H2
V1	25,00 a	38,33 a	35,00 a
V2	28,33 a	30,00 a	18,33 b

En la tabla 15, se determina que en presencia de las hormonas H0 y H1, las variedades ofrecen un similar porcentaje de prendimiento; en tanto que en presencia de la hormona Stim Root la variedad Misty muestra un mayor porcentaje de prendimiento que la variedad O'Neal.

4.4. EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS RAÍCES (EVALUACIÓN DESTRUCTIVA) A LOS 100 DÍAS

Esta evaluación se realizó solo una vez a los 100 días para observar si los esquejes del experimento si lograron enraizar, así podríamos medir su longitud de las raíces y el número de raíces que se obtuvo en cada esqueje de cada uno de los tratamientos.

4.4.1. Longitud de Raíces

La longitud de raíces es el tamaño que logran alcanzar las raíces en un determinado tiempo de estudio que fueron de 100 días para ver los resultados de la longitud de raíces, mostrándose los datos con un promedio general de 3,89 cm de largo en las raíces de los esquejes en todo el experimento.

Tabla 16

Conjunto de datos de longitud de las raíces de los esquejes (cm)

TRAT.		REPLICAS			Σ	X
		I	II	III		
T1	VMH0S1	2	1,5	1,8	5,3	1,77
T2	VMH0S2	1,9	1,8	2,2	5,9	1,97
T3	VMH1S1	5,7	7,6	6,5	19,8	6,60
T4	VMH1S2	8	5	6,2	19,2	6,40
T5	VMH2S1	6,2	5,3	5,5	17	5,67
T6	VMH2S2	6,9	6	4,8	17,7	5,90
T7	VOH0S1	2,1	2,4	2	6,5	2,17
T8	VOH0S2	1,1	2	1,8	4,9	1,63
T9	VOH1S1	4,3	4,5	3,8	12,6	4,20
T10	VOH1S2	4,6	3,7	4,2	12,5	4,17
T11	VOH2S1	3,5	4,8	4	12,3	4,10
T12	VOH2S2	1,7	2,3	2,5	6,5	2,17
ΣBlog.		48	46,9	45,3	140,2	3,89

Presentados en la tabla 16, el conjunto de datos de la longitud de raíces de los esquejes de los tratamientos van en forma ascendente, desde 1,63 cm en el T8, 1,77 cm T1, 1,97 cm T2, 2,17 cm T12, 2,17 cm T7, 4,10 cm T11, 4,17 cm T10, 4,20 cm T9, 5,67 cm T5, 5,90 cm T6, 6,40 cm T4 y 6,60 cm T3, este ultimo tratamiento fue el que mayor longitud de raíces alcanzo.

Uno de los requisitos de calidad de plantas según el INIA (2013), es un buen desarrollo radical, que no pasen mas de dos años en el vivero. En el presente estudio poco mas de la mitad de los tratamientos obtuvieron una desarrollo radical aceptable, sin embargo este desarrollo no se podría considerar óptimo.

4.4.1.1. Longitud de Raíces en las Variedades, las Hormonas y los Sustratos

Tabla 17

Longitud de raíces en los factores combinados de variedades y hormonas (cm)

	H0	H1	H2	Σ	X
V1	11,2	39	34,7	84,9	4,72
V2	11,4	25,1	18,8	55,3	3,07
Σ	22,6	64,1	53,5	140,2	3,89
X	1,9	5,3	4,5		

Esta tabla 17, refleja las medias de las variedades, para la variedad Misty una media de 4,72 cm, para la variedad O' Neal una media de 3,07 cm, reflejando que la variedad Misty es la que mejor se desarrolló en longitud de raíces en el experimento.

Mientras que Picolotto *et al.*, (2013), utilizando estas dos mismas variedades pudieron encontrar longitud de raíces de 1,5 a 2,9cm, resultados por debajo de los logrados en el presente experimento, no obstante, existe diferencias en el proceso de evaluación entre uno y otro estudio.

Tabla 18

Longitud de raíces en los factores combinados de variedades y sustratos (cm)

	S1	S2	Σ	X
V1	42,1	42,8	84,9	4,72
V2	31,4	23,9	55,3	3,07
Σ	73,5	66,7	140,2	3,89
X	4,08	3,71		

La tabla 18, refleja las medias de los sustratos, para el sustrato 1 (arena pura granulada, tierra vegetal tipo turba y cascarilla de arroz), con una media de 4,08 cm, para el sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba, arena pura granulada, humus de lombriz y acícula de pino), con una media de 3,71 cm, mostrando que el sustrato 1 fue el mejor en el desarrollo de las raíces. Picolotto *et al.*, (2013), usando como sustrato arena logró 2,0 cm de raíz, con turba comprobaron un ascenso a 2,9 cm y con vermiculita solo 1,5 cm.

Fachinello et al., (2005) afirman, un buen substrato debe proporcionar retención de agua suficiente, para prevenir la desecación de la base de la estaca, y cuando este saturado, debe mantener una cantidad adecuada de espacio poroso, para facilitar la provisión de oxígeno, indispensable para la iniciación y el desenvolvimiento de las raíces. Probablemente se hubiera alcanzado una mayor longitud de raíces en los sustratos, mas no se cumplió a cabalidad lo recomendado por Fachinello et al., (2005), esto obviamente tuvo que influir en los resultados; porque una buena longitud de raíces, asegura el éxito en el campo con una fácil adaptación y un buen desarrollo.

Tabla 19

Longitud de raíces en los factores combinados de hormonas y sustratos (cm)

	H0	H1	H2	Σ	X
S1	11,8	32,4	24,2	68,4	4,08
S2	10,8	31,7	29,3	71,8	3,71
Σ	22,6	64,1	53,5	140,2	3,89
X	1,9	5,3	4,5		

La presente tabla 19, nos indica las medias de las hormonas, para la hormona 0 (Testigo) una media de 1,9 cm, para la hormona 1 (Nafusaku 16) una media de 5,3 cm, para la hormona 2 (Stim Root) una media de 4,5 cm, siendo la hormona 1 (Nafusaku 16) la que mejor respondió en el tratamiento para el desarrollo de las raíces.

Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), observaron longitudes de raíces de 4,0 a 4,8 cm aplicando AIB en diferentes concentraciones, datos que coinciden con los resultados vislumbrados en el presente trabajo, a excepción de la hormona 0.

4.4.1.2 Análisis de Varianza de la Longitud de Raíces a los 100 Días

Cuadro 4

Análisis de varianza de la longitud de raíces

FUENTES DE VARIACIÓN	F CALCULADA	F TABULADA	
	100 DÍAS	5%	1%
TRATAMIENTOS	21,28**	2,26	3,18
Fact. VARIEDAD	47,14**	4,30	7,95
Fact. HORMONA	75,03**	3,44	5,72
Fact. SUSTRATO	2,49 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-VAR/HOR	12,43**	3,44	5,72
Inter-VAR/SUS	3,62 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-HOR/SUS	0,98 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/HOR/SUS	2,01 ^{NS}	3,44	5,72

* = Existen diferencias.

** = Existen diferencias altamente significativas.

NS = No existen diferencias.

En el cuadro 4, se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos a los 100 días.

Se observan diferencias altamente significativas del factor variedad a los 100 días. Se observa que existen diferencias altamente significativas del factor hormona a los 100 días. No se observan diferencias del factor sustrato a los 100 días.

Se observan diferencias altamente significativas en la interacción variedad/hormona a los 100 días. No se observa diferencias en la interacción variedad/sustrato en los 100 días. No se observan diferencias en la interacción hormona/sustrato en los días 100 días. No se observan diferencias entre la interacción variedad/hormona/sustrato a los 100 días.

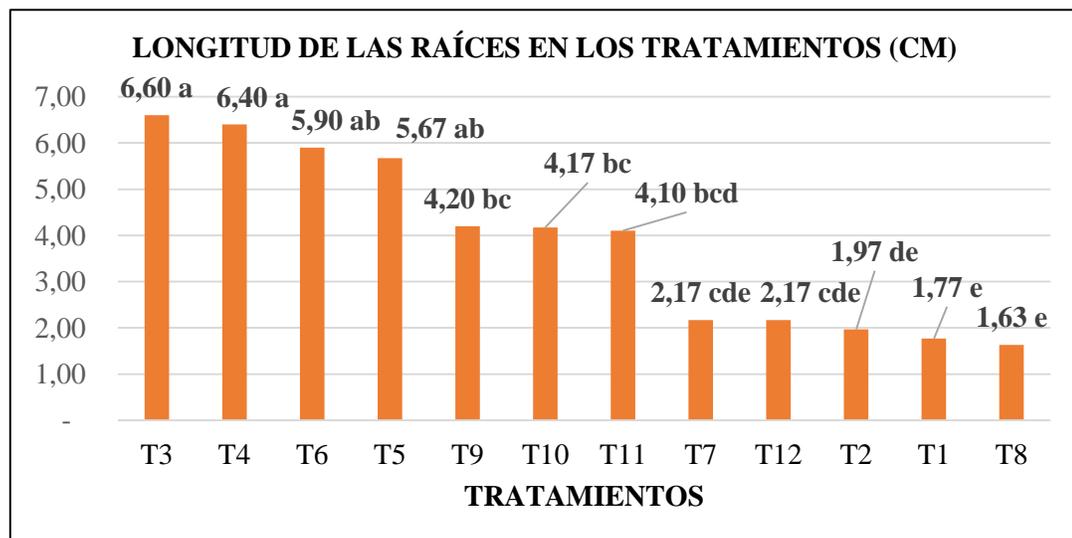
A los 100 días se realizó la única evaluación en todo el experimento por lo que se analizara a detalle todos los resultados del análisis de varianza; viéndose diferencias altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad de error en los tratamientos, en el factor variedad, en el factor hormona, y en la interacción variedad/hormona.

4.4.1.3. Prueba de Comparación de Medias (Tukey 5%)

El análisis demostró diferencias estadísticas en algunas fuentes de variación lo que amerita una prueba de comparación de medias, la prueba seleccionada es el test de Tukey con una significancia del 5%.

Gráfico 12

Prueba de Tukey de los tratamientos. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

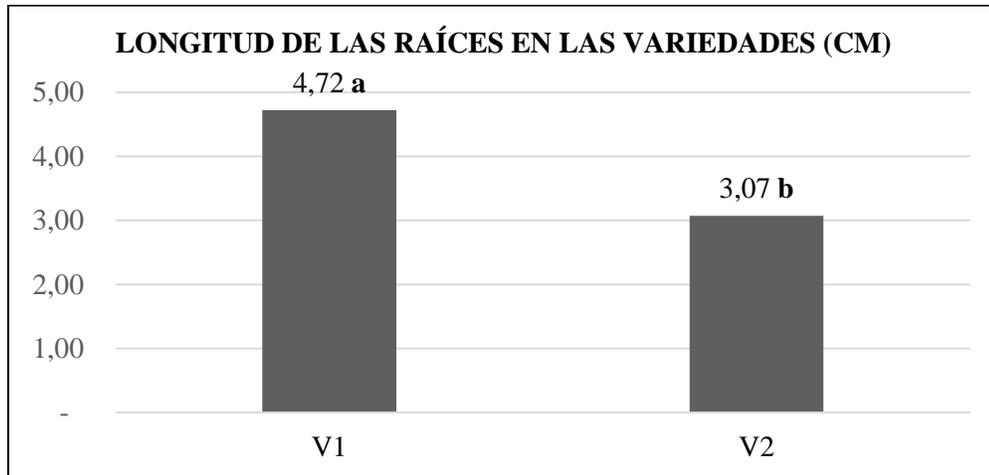


Reflejados en el gráfico 12, el mejor tratamiento es el T3, con longitudes de raíces similares los tratamientos T4, T6 y T5 (primer rango de significación); en el segundo rango de significancia los tratamientos T9, T10, T11, T7 y T12; en el tercer rango los tratamientos T2, T1 y T8. Los tratamientos T9, T10 y T11, se muestran iguales a los tratamientos T5 y T6 ubicados estos en un rango de significación superior; también T2 se presenta sin diferencias con los tratamientos T12, T7 y T11; y los tratamientos T1 y

T8, no difieren de los tratamientos T12 y T7, acomodados estos en un rango de significación superior.

Gráfico 13

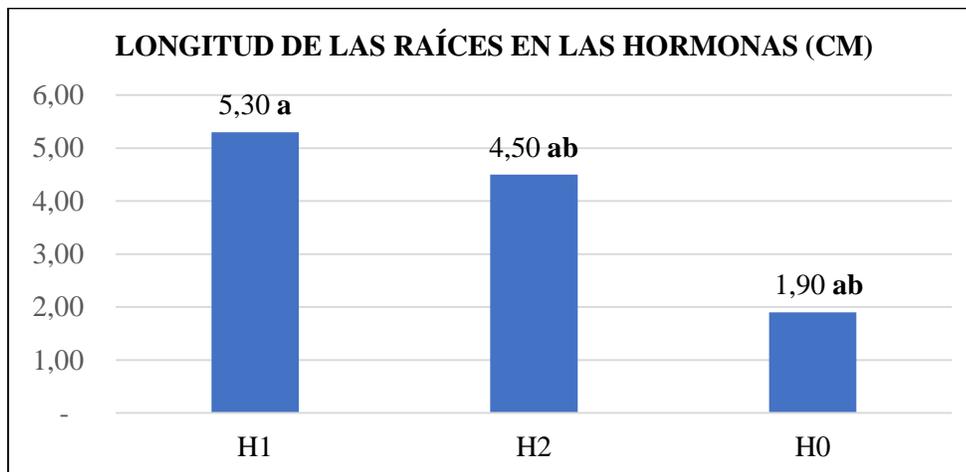
Prueba de Tukey de las variedades. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



El gráfico 13, refleja cual es la mejor variedad entre Misty y la O'Neal mediante la prueba de Tukey nos dice que Misty es la mejor variedad para el desarrollo de la longitud de raíces en el experimento.

Gráfico 14

Prueba de Tukey de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Mediante el presente gráfico 14, se observa que la hormona 1(Nafusaku 16) está en el primer rango de significancia, en tanto que la hormona 2 (Stim Root) y hormona 0 (Testigo) están en el segundo rango de significación, demostrando que la H1 es la mejor para el desarrollo en la longitud de raíces.

El modo de uso de las diferentes auxinas aplicadas en el estudio, tuvo que influir en la longitud de raíces, sin embargo, no se logró determinar el grado de contacto íntimo entre la base de los esquejes y las moléculas del AIB y el ANA.

Tabla 20

Prueba de Tukey de las variedades en presencia de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

FACTORES COMBINADOS	MEDIA SEGUIDO DE LETRAS
V1 H1	6,50 A
V1 H2	5,78 A
V1 H0	1,87 D
V2 H1	4,18 B
V2 H2	3,13 C
V2 H0	1,90 D

En la tabla 20, se determina que en presencia de las hormonas H1 y H2, en la variedad Misty ofrecen una similar longitud de raíces, en la variedad O'Neal en la presencia de la H1 tuvo mayor longitud de raíces que la H2, siendo mejor la variedad Misty; en tanto que en presencia del testigo (H0) las variedades muestran menor longitud de raíces.

De manera notoria puede observarse que la variedad Misty posee una mejor respuesta a la aplicación de auxinas (ANA, AIB), que la variedad O'Neal.

4.4.2. Número de Raíces a los 100 Días

El número de raíces es la cantidad de raíces que pueden tener los esquejes de dicho estudio, evaluando todos los esquejes para así poder contar su número de raíces que tiene cada esqueje del experimento.

Se realizó una sola evaluación a los 100 días para ver los resultados del número de raíces que obtuvo cada esqueje, mostrándose los datos con un promedio general de 4,78 de número de raíces en los esquejes en todo el experimento.

Tabla 21

Conjunto de datos número de raíces de los esquejes

TRAT.		REPLICAS			Σ	X
		I	II	III		
T1	VMH0S1	3	3	5	11	3,67
T2	VMH0S2	3	3	3	9	3,00
T3	VMH1S1	5	6	7	18	6,00
T4	VMH1S2	6	6	10	22	7,33
T5	VMH2S1	5	6	8	19	6,33
T6	VMH2S2	5	6	5	16	5,33
T7	VOH0S1	4	3	3	10	3,33
T8	VOH0S2	3	4	3	10	3,33
T9	VOH1S1	6	5	7	18	6,00
T10	VOH1S2	4	3	5	12	4,00
T11	VOH2S1	5	4	4	13	4,33
T12	VOH2S2	3	4	7	14	4,67
Σ Blog.		52	53	67	172	4,78

Presentados en la tabla 21, el conjunto de datos de número de raíces de los esquejes de los tratamientos van en forma ascendente, desde 3,00 en el T2, 3,33 T8, 3,33 T7, 3,67 T1, 4,00 T10, 4,33 T11, 4,67 T12, 5,33 T6, 6,00 T9, 6,00 T3, 6,33 T5 y 7,33 T4, este último tratamiento fue el que mayor número de raíces obtuvo.

La grande desventaja es que, si no se cuenta con un sistema radicular numeroso, tendremos plantines con un bajo vigor, sobre esto Campos *et al.*, (2005), afirman, es importante observar la cantidad de raíces de las estacas, pues cuanto mayor sea el número de raíces, mayor será el vigor del plantin. Los resultados logrados en el presente ensayo comparados con el promedio general del número de raíces conseguido por Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), son diferentes sutilmente en cinco tratamientos (T3,

T4, T5, T6, T9), y muy superiores a los demás tratamientos, especialmente cuando usaron la variedad Delite.

4.4.2.1. Número de Raíces en las Variedades, las Hormonas y los Sustratos

Tabla 22

Número de raíces en los factores combinados de variedades y hormonas

	H0	H1	H2	Σ	X
V1	20	40	35	95	5,28
V2	20	30	27	77	4,28
Σ	40	70	62	172	4,78
X	3,3	5,8	5,2		

En la tabla 22, se observan las medias de las variedades, para la variedad Misty una media de 5,28, para la variedad O'Neal 4,28 raíces; estos resultados son muy inferiores a los vilumbrados por Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), en la variedad Delite (13 raíces), empero superiores cuando utilizaron la variedad Bluebelle.

Tabla 23

Número de raíces en los factores combinados de variedades y sustratos

	S1	S2	Σ	X
V1	48	47	95	5,28
V2	41	36	77	4,28
Σ	89	83	172	4,78
X	4,94	4,61		

La tabla 23, refleja las medias de los sustratos, para el sustrato 1 (arena pura granulada, tierra vegetal tipo turba y cascarilla de arroz), con una media de 4,94, para el sustrato 2 (tierra vegetal tipo turba, arena pura granulada, humus de lombriz y acícula de pino), con una media de 4,61, mostrando que el sustrato 1 fue levemente el mejor para el desarrollo de las raíces.

Como mencionan Campos *et al.*, (2005), se debe verificar el pH, pues en sustratos con pH superior a 6,5, las estacas no enraízan. El número de raíces emitidos en los dos sustratos indudablemente fueron afectados por el pH alcalino de los primeros meses de estudio. Citados por Picolotto *et al.*, (2013), (Fachinello *et al.*, 2005), el sustrato puede ser uno de los factores de mayor influencia, especialmente en el caso de especies de difícil enraizamiento, por lo que debe ser dada una atención especial a la elección del sustrato.

Si se procura un buen desarrollo radicular se debe tomar muy en cuenta las aseveraciones del anterior párrafo.

Tabla 24

Número de raíces en los factores combinados de hormonas y sustratos

	H0	H1	H2	Σ	X
S1	21	36	30	87	4,83
S2	19	34	32	85	4,72
Σ	40	70	62	172	4,78
X	3,3	5,8	5,2		

La presente tabla 24, nos indica las medias de las hormonas, para la hormona 0 (Testigo) una media de 3,3, para la hormona 1 (Nafusaku 16) una media de 5,8 y para la hormona 2 (Stim Root) una media de 5,2, siendo la hormona 1 (Nafusaku 16) levemente la que desarrollo más el número de raíces. Parece ser que el Ácido Naftaleno Acético se combina mejor con las auxinas endógenas y su efecto es superior al del AIB.

Blythe *et al.* (2005), el número de raíces aumentó al incrementar la concentración de auxinas con esquejes de enebro, espino blanco y rosa. Las diferentes concentraciones de auxinas producen efectos en las raíces, por lo que es necesario conocer mediante investigación la concentración ideal de auxinas para el enraizamiento de esquejes de arándanos; empero en una investigación Schuch *et al.*, (2007), comprobaron que para las variables número de raíces y longitud de la raíz más desarrollada, no existe un efecto significativo de las diferentes concentraciones de AIB (0, 1000, 2000 mg.L⁻¹).

4.4.2.2. Análisis de Varianza del Número de Raíces a los 100 Días

Cuadro 5

Análisis de varianza del número de raíces a lo largo del estudio

FUENTES DE VARIACIÓN	F CALCULADA	F TABULADA	
	100 DÍAS	5%	1%
TRATAMIENTOS	5,50**	2,26	3,18
Fact. VARIEDAD	8,39**	4,30	7,95
Fact. HORMONA	18,74**	3,44	5,72
Fact. SUSTRATO	0,93 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-VAR/HOR	2,17 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/SUS	0,41 ^{NS}	4,30	7,95
Inter-HOR/SUS	0,00 ^{NS}	3,44	5,72
Inter-VAR/HOR/SUS	4,45*	3,44	5,72

* = Existen diferencias.

** = Existen diferencias altamente significativas.

NS = No existen diferencias.

En el cuadro 5, se observan diferencias altamente significativas entre los tratamientos a los 100 días.

Se observan diferencias altamente significativas del factor variedad a los 100 días. Se observa diferencias altamente significativas del factor hormona a los 100 días. No se observan diferencias del factor sustrato a los 100 días.

No se observan diferencias a los 100 días en la interacción variedad/hormona. No se observa diferencias en la interacción variedad/sustrato en los 100 días. No se observan diferencias en la interacción hormona/sustrato a los 100 días. Se observan diferencias entre la interacción variedad/hormona/sustrato a los 100 días.

A los 100 días se realizó la única evaluación en todo el experimento para el número de raíces por lo cual se analizara a detalle todos los resultados del análisis de varianza;

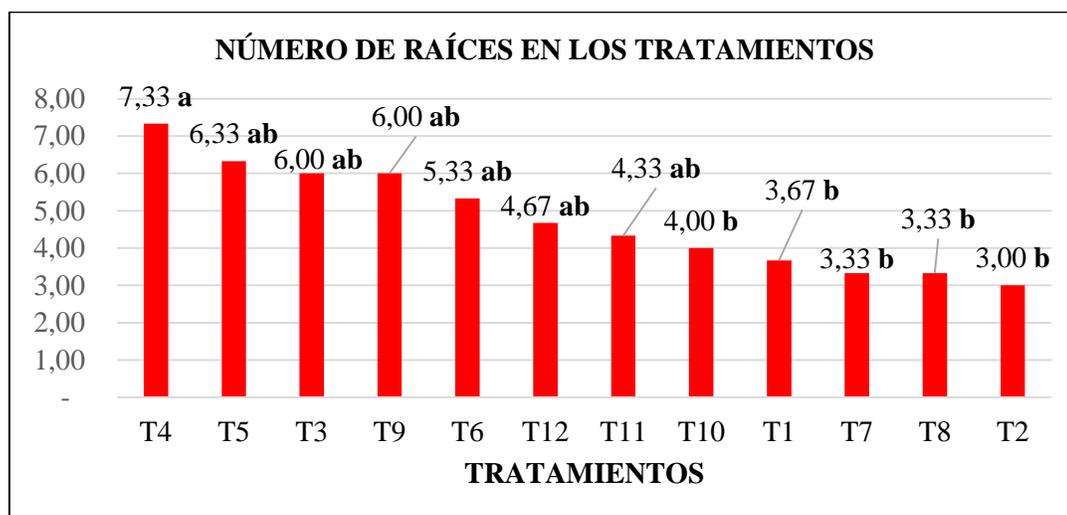
viendose diferencias altamente significativas al 5 y 1% de probabilidad de error en los tratamientos, en el factor variedad y en el factor hormona, mientras que se encuentran diferencias entre los bloques y la interacción variedad/hormona/sustrato al 5% de probabilidad de error.

4.4.2.3. Prueba de Comparación de Medias (Tukey 5%)

El análisis demostró diferencias estadísticas en algunas fuentes de variación lo que amerita una prueba de comparación de medias, la prueba seleccionada es el test de Tukey con una significancia del 5%.

Gráfico 15

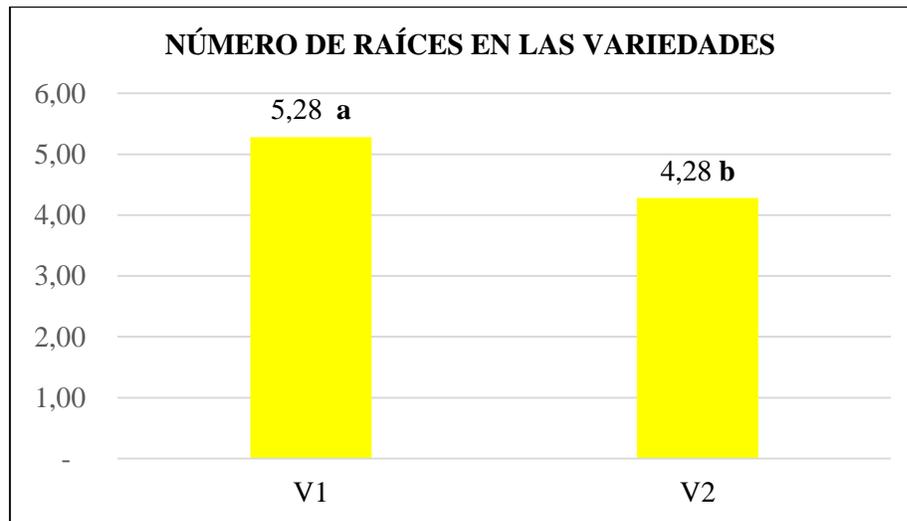
Prueba de Tukey de los tratamientos. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



Reflejándose en el gráfico 15, el mejor tratamiento es el T4, levemente inferiores los tratamientos T5, T3, T9, T6, T12, y T11, todos estos ubicados en el primer intervalo de significancia. En el segundo intervalo de significancia se encuentran los tratamientos T10, T1, T7, T8 y T2 sin mostrarse diferentes estadísticamente a los tratamientos T5 a T11, mostrado en el gráfico 15.

Gráfico 16

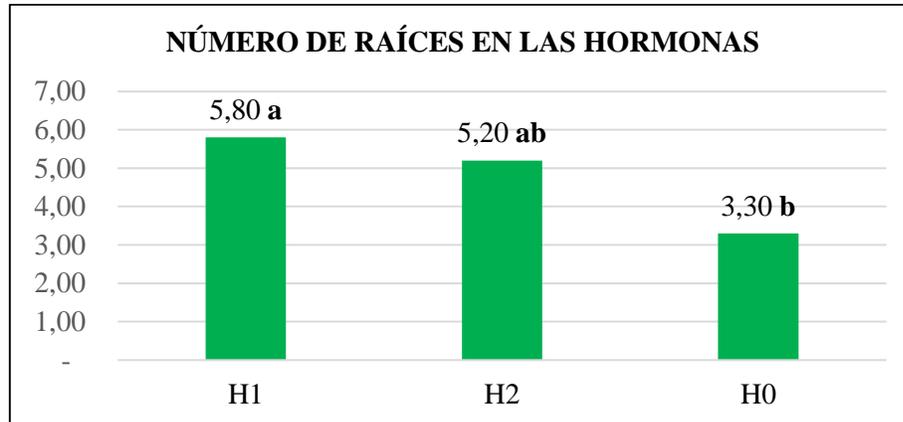
Prueba de Tukey de las variedades. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



En el presente gráfico 16 se refleja cual fue la variedad más sobresaliente entre Misty y O'Neal mediante la prueba de Tukey nos refleja que Misty fue la mejor variedad en el ensayo para el número de raíces en los esquejes. Algunas variedades son muy complicadas a la hora enraizarlas, tal como lo demostraron Lobato de Oliveira *et al.*, (2008), en la variedad Bluebelle; la variedad O'Neal demostró similares dificultades a la variedad mencionada.

Gráfico 17

Prueba de Tukey de las hormonas. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%



En el presente gráfico 17, podemos observar que la hormona 1 (Nafusaku 16) y la hormona 2 (Stim Root) están en el mismo rango de significancia, mientras que la hormona 0 (Testigo) se encuentra en el segundo rango de significancia, mostrándonos que Nafusaku 16 es la mejor hormona en el ensayo para el número de raíces.

Corroborando de alguna manera con el efecto de las diferentes auxinas (ANA, AIB) sobre la longitud de raíces, estos resultados muestran que las auxinas exógenas marcan diferencia respecto al testigo.

Tabla 25

Prueba de Tukey de la interacción de los tres factores. Letras iguales según Tukey no difieren al 5%

	V1		V2
H1S2	7,33 a	H1S1	6,00 a
H2S1	6,33 a	H2S2	4,67 ab
H1S1	6,00 ab	H2S1	4,33 ab
H2S2	5,33 abc	H1S2	4,00 ab
H0S1	3,67 bc	H0S1	3,33 b
H0S2	3,00 c	H0S2	3,33 b

Presentado en la tabla 25, la variedad Misty demuestra números de raíces superiores, cuando se aplica alguna de las dos hormonas utilizadas de manera indistinta, a diferencia de las combinaciones en donde no se aplica ningún tipo de hormona. De manera similar, la variedad O'Neal, muestra un mayor número de raíces utilizando cualquiera de los dos tipos de hormonas, mientras que en donde no fue aplicada ninguna especie de hormona el número de raíces fue inferior.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en este trabajo fueron las siguientes:

- Los esquejes de arándano enraízan con un pH de 6.0 obteniéndose un prendimiento moderado.
- La mejor variedad en el ensayo fue la variedad Misty debido a que demostró un mayor porcentaje de esquejes prendidos.
- El sustrato que más se destacó en el ensayo fue el sustrato 1: arena pura granulada (25%), tierra vegetal tipo turba (50%) y cascarilla de arroz (25%) ya que propicio un mejor desarrollo de las raíces en cantidad y en longitud, y también manifestó un prendimiento elevado de esquejes, comparado con el sustrato 2: tierra vegetal tipo turba (50%), arena pura granulada (15%), humus de lombriz (20%) y acícula de pino (15%).
- La fitohormona Nafusaku 16 (2g/20L) fue la mejor en el ensayo, ya que favoreció un buen desarrollo de las raíces en longitud y en número por esqueje.
- Mediante los análisis estadísticos se demuestra que el mejor tratamiento en número de brotes y altura de brotes, porcentaje de prendimiento y en longitud de raíces es el T3 (VMH1S1) dando un buen resultado la unión de la variedad Misty, fitohormona Nafusaku 16 (2g/20L) y sustrato 1: arena pura granulada (25%), tierra vegetal tipo turba (50%) y cascarilla de arroz (25%).

5.2. RECOMENDACIONES

Como principales recomendaciones se pueden señalar las siguientes:

- Controlar el pH con mayor frecuencia y mantener el mismo entre 4.5 a 5.5 para un mejor enraizamiento de esquejes. Acidificar el agua del riego más seguido para lograr un pH óptimo para el desarrollo de los esquejes y se mantenga en el pH ideal para los esquejes.
- El proceso de enraizamiento de esquejes debe realizarse en camas en el interior del invernadero con un sistema de calefacción en base a radiadores, esto para que el porcentaje de prendimiento de los esquejes sea más elevado y disminuya la mortandad de los esquejes.
- Controlar la temperatura y humedad del invernadero de manera constante para evitar el necrosamiento de los esquejes.
- Humedecer la fitohormona Stim Root durante un tiempo prudente, buscando un mejor contacto con la base del esqueje, para conseguir porcentajes de enraizamiento mucho más alentadores.
- Se recomienda experimentar nuevos métodos de propagación de arándanos como el cultivo in vitro, y también investigar las concentraciones ideales de auxinas para un buen enraizamiento.