

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. CULTIVO DE ARANDANO

1.1.1. Generalidades del cultivo

El género al que pertenecen los arándanos incluye alrededor de 400 especies de *Vaccinium*, estos se caracterizan por crecer de forma silvestre en su mayoría en zonas frías; Es por esto que es originaria del norte de América de donde hacen parte las tan llamadas Berries (Bustillo A. , s.f.).

El cultivo de arándano es uno de los frutales pertenecientes al género *Vaccinium* de la familia de las Ericaceas, la cual su amplio grupo de plantas provienen del hemisferio norte, básicamente de Norteamérica y Europa central no dejando de lado América del sur y algunos lugares de África (Bustillo A. , s.f.).

Este género lo constituyen aproximadamente 30 especies, de las cuales solo algunas cuantas son las más comerciales. En donde se destaca *V. corimbosum* el cual representa aproximadamente el 80% del total de la superficie cultivada en el mundo, seguido de *V. ashei* Reade con un 15% de la producción (Bustillo A. , s.f.).

El fruto del arándano, también conocido como “blueberry”, conforma el grupo de las frutas denominadas comercialmente en el ámbito internacional como bayas, entre las que además se encuentran la frutilla, frambuesa (roja, negra, púrpura y amarilla), grosella, mora, baby kiwi, y cranberry, entre otras (Castañeda, 2006).

En medio del crecimiento continuo, la demanda de una calidad cada vez mejor por parte de los consumidores está impulsando la innovación en la adopción de nueva genética, prácticas agrícolas, sistemas postcosecha y más, para ofrecer arándanos cada vez mejores a una base cada vez mayor de consumidores (IBO, 2022).

Teniendo en cuenta que los arándanos tienen un potencial de vida superior a los 20 años, se deben tomar los mayores recaudos en la elección de las plantas, la implantación

y posteriores cuidados, para no afectar su futuro crecimiento y producción (Godoy, 2002, citado por Castañeda, 2006).

1.1.2. Importancia económica y distribución Geográfica

Los arándanos son productos valorizados que cada vez se cultivan con mayor frecuencia alrededor del mundo, por lo que su rentabilidad depende de la calidad del fruto que resulte en cada cosecha. Para garantizar esto, los cuidados que reciba la plantación durante los dos primeros años de crecimiento son cruciales (Agropinos, 2022).

Las condiciones de producción generan que los arándanos tengan un precio de venta elevado, por lo que este fruto se recolecta manualmente con el fin de garantizar la calidad del producto. Una planta que ya se encuentre desarrollada puede llegar a producir 4,5 kilos de arándanos, pero la rentabilidad de esta cosecha depende de las hectáreas con las que cuente el cultivo (Agropinos, 2022).

China se ubica como el principal productor mundial de arándanos por volumen, y prácticamente toda la fruta se consume en el país. Siguiendo a China por volumen se encuentran EE. UU., Perú, Chile y México (IBO, 2022).

En los últimos diez años, la tasa máxima de crecimiento de la producción de arándanos fue del 24.59%, y la tasa mínima, del -2.22%. Siguiendo esa tendencia se espera que la producción mundial de arándanos alcance las 935.500 toneladas en 2022, lo que representaría un incremento de 10% frente a las 850.900 toneladas producidas en 2021 (Ortiz, 2022).

Con relación a las principales regiones productoras América del Norte lideró la producción con 671.000 toneladas, lo que representa el 78.86% del total, seguido de América del Sur con 180.300 toneladas y Europa con 168.500 toneladas. Asia produjo 302.000 toneladas (Ortiz, 2022).

1.1.3. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.
División: Tracheophytae.
Sub División: Anthophyta.
Clase: Angiospermae.
Sub Clase: Dicotyledoneae.
Grado Evolutivo: Metachlamydeae.
Grupo de Órdenes: Pentacíclicos.
Orden: Ericales.
Familia: Ericaceae.
Nombre Científico: *Vaccinium corymbosum* L.
Cultivar: Misty.
Biloxy.
Nombre Común: Arándano

FUENTE: Herbario Universitario, 2022

1.1.4. Características Morfológicas

1.1.4.1. Planta

Como se ha indicado, el nombre científico es *Vaccinium sp.*, perteneciente a la familia Ericaceae. Se trata de arbustos erectos o rastreros, con altura variable según la especie (0,3 a 7,0 m), de hojas alternas, caducas o perennes, y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos (García, 2010).

1.1.4.2. Sistema Radicular

El sistema radical es superficial, situándose el 80% de éste en los primeros 40 cm, tiene raíces finas y fibrosas que se caracterizan por la ausencia de pelos absorbentes. Entre las raíces y la parte aérea se encuentra la corona, que tiene la capacidad de emitir brotes. En la mayoría de los casos se asocia de forma natural con una micorriza formando una

simbiosis, traduciéndose ésta en un mayor desarrollo vegetativo. Es sensible al encharcamiento en suelos pesados (García, 2010).

1.1.4.3. Tallo

Presenta un pequeño tallo subterráneo (corona), recto, cuadrangular y muy ramificado. Generalmente son de color marrón-anaranjado, según la especie (Gaite, 2018).

1.1.4.4. Hojas

Simples, alternas, cortamente pediceladas, forma elíptico-lanceoladas de unos 5 cm de longitud, caducas, de un color verde pálido a muy intenso según cultivares, ligeramente dentadas y finamente nerviadas por el envés. Es típica la coloración rojiza que adquieren en el otoño (García, 2010).

1.1.4.5. Flores

Son axilares o terminales, en racimos de 6 a 10 en cada yema, sépalos persistentes, corola acampanada blanca con tonos rosas en algunos cultivares, formada por 4-5 pétalos fusionados, 8 a 10 estambres con anteras aristadas o no, prolongadas en tubos terminales con una abertura en el ápice, un pistilo simple, ovario ínfero, de 4 a 10 lóculos. El número de yemas de flor que puede desarrollarse en una rama de un arbusto del grupo “highbush” parece estar relacionado con el grosor de la rama, con el cultivar, así como por la influencia de varios reguladores de crecimiento (García, 2010).

1.1.4.6. Fruto

Es una baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso de 0,5 a 4,0 g y varias semillas en su interior, 20 a 100, cuyo número está relacionado de forma positiva con el tamaño del fruto. Los frutos, a medida que maduran, pasan por distintos grados de color, adquiriendo el tono azul característico al finalizar la maduración. A su vez, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y su tamaño se ha relacionado también con el vigor de la rama, es decir, ramas más vigorosas generalmente producen frutos mayores. Además, los primeros frutos maduros de un cultivar a menudo son mayores que los que se recogen más tarde. Dos

características comercialmente relevantes del fruto son: la cicatriz que queda al desprenderse el pedúnculo, que debe ser pequeña y seca a fin de dificultar la acción de los patógenos, y la firmeza, que está muy relacionada con el grosor de la epidermis (García, 2010).

1.1.5. Polinización

La polinización del arándano es entomófila, realizada fundamentalmente por abejas silvestres.

Debido a que la mayoría de los arándanos requieren polinización cruzada para obtener altos rendimientos y calidad de la fructificación, se debe considerar como necesidad en el huerto la presencia de más de una variedad, intercalado de acuerdo a su ciclo de floración, también se debe considerar la colocación de polinizadores para facilitar el proceso de fecundación y fructificación (Mazzone, 2006; citado por Torrez, 2014).

1.1.6. Especies

- ***Vaccinium angustifolium***: Esta especie también es conocida como arándano negro semidulce. Se trata de un arbusto de porte bajo, que presenta numerosas ramificaciones lisas. Sus hojas son simples, de color verde - azuladas y lanceoladas con el margen ligeramente dentado. Sus frutos son falsas bayas de color negro-azulado (Infoagro, 2016).
- ***Vaccinium corymbosum***: Se trata de un arbusto de porte alto que crece sobre suelos ácidos y húmedos. Presenta hojas caducas, grandes, con forma ovalo-lanceolada de márgenes ligeramente dentados. Sus flores reunidas en inflorescencias en racimo son de color blanco-rosadas con aspecto acampanado. Su fruto es una falsa baya de color negro-azulado con la epidermis cubierta de secreciones cerosas (Infoagro, 2016).
- ***Vaccinium ashei***: Esta especie es conocida como rabbiteye o arándano ojo de conejo. Se trata de un arbusto de porte alto que crece sobre suelos ricos en materia orgánica. Presenta hojas, flores y frutos similares a la especie *Vaccinium corymbosum* (Infoagro, 2016).

- ***Vaccinium macrocarpon***: Esta especie es conocida como arándano rojo americano o cranberry. Se trata de un pequeño arbusto perenne que crece sobre suelos ácidos y húmedos. Presenta un pequeño tallo con numerosas ramas rastreras. Sus hojas son pequeñas, de color verde oscuro, coriáceas y con forma ovalo-lanceoladas. Sus flores presentan una corola con tonalidad rosada y sus frutos son pequeñas bayas rojizas con epidermis cerosa y pulpa blanquecina (Infoagro, 2016).

- ***Vaccinium myrtilloides***: Esta especie es conocida como arándano azul ácido o arándano azul de terciopelo. Se trata de arbustos caducifolios de porte bajo, que presentan numerosas ramificaciones cubiertas de vellosidad. Presentan hojas enteras de color verde brillante en el haz y más pálido y aterciopelado en el envés. Sus flores son de color blanco-rojizo con forma acampanada y su fruto es una pequeña baya negro-azulada (Infoagro, 2016).

- ***Vaccinium myrtillus***: Esta especie es conocida como arándano negro. Se trata de un arbusto de porte bajo y caducifolio, que crece de forma natural en los sotobosques de la montaña sobre suelos ácidos. Poseen raíces que presentan de forma natural simbiosis con algunos hongos. Su tallo, de color rojizo, es subterráneo y con numerosas ramificaciones más o menos angulosas. Sus hojas son simples, alternas, con forma elíptico-lanceolada y márgenes ligeramente dentados. Sus flores son de color verde con tonos rosados, cuyo fruto es una falsa baya de color azulado en su madurez y pulpa rojiza de aspecto jugoso (Infoagro, 2016).

- ***Vaccinium uliginosum***: Esta especie es conocida como arándano azul. Se trata de un arbusto de bajo porte y caducifolio, que crece sobre suelos ácidos. Presentan un tallo recto, con numerosas ramas grises y aspecto torcido. Sus hojas son enteras, de color verde oscuro y forma oblongo-espatulada. Sus flores, de corola blanca-rosada, se encuentran agrupadas en inflorescencias (2-4 flores) en racimo. Su fruto es una falsa baya de color azul oscuro y pulpa blanquecina (Infoagro, 2016).

1.1.7. Características de las variedades en estudio

1.1.7.1. Variedad Misty: Según Viveros Grajera (2020), la variedad Misty posee las siguientes características:

Es una variedad muy popular debido a su rápido adecuamiento y crecimiento. Su largo período de cosecha y fruta mediana son sus desventajas en relación con otras variedades. Cabe destacar que la Planta de arándano Misty, tiene buena adaptación a diferentes tipos de suelo y su follaje es erecto, muy vigoroso, de color verde azulado, con tendencia a ser siempre verde en áreas con inviernos suaves. Es autofértil y requiere 200-250 horas de frío.

Su potencial productivo es alto durante los primeros años de siembra. Pero su tendencia a sobreproducir hace que sea necesario podarlo muy duro para evitar las frutas pequeñas y el exceso de carga que conducen a una pérdida de vigor y envejecimiento de la planta.

Misty es una de las variedades de arándanos, que se considera la más atractiva, vigorosa y de alto rendimiento. El follaje verde azul brillante proporciona un contraste perfecto con las flores de primavera rosada y blanca, así como con la fruta de verano azul cielo (Grajera, 2020)

Recomendamos cultivar esta planta de arándano Misty con otras variedades. Para que la producción sea mayor. Las necesidades de enfriamiento son muy bajas. Pero lo recomendamos con otras variedades para paisajismo.

1.1.7.2. Variedad Biloxi: Tiene un hábito de crecimiento erecto y vigoroso, además de ser muy productiva. Sus frutos son de tamaño medio, precoces en su maduración, con buen color, firmeza y sabor. Por su precocidad en su floración necesita protección a heladas en primavera (Intagri, 2017).

Biloxi es notable por su hábito de crecimiento espeso y fruta de alta calidad con excelente sabor. Los rendimientos han sido decepcionantes en áreas con enfriamiento por encima de 150 horas. Biloxi se

recomienda para regiones sin enfriamiento, donde el arbusto se puede cultivar completamente en sistema Evergreen (FallCreek, 2022).

1.1.8. Requerimientos Edafoclimáticos

1.1.8.1. 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 (Infoagro, 2016).

1.1.8.2. Humedad

El cultivo del arándano requiere de humedad relativa alta (Infoagro, 2016).

Requiere el 75% de humedad relativa (Castañeda, 2006).

1.1.8.3. 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 (Infoagro, 2016).

1.1.9. Calidad de agua

El agua del riego para el cultivo de arándano, idealmente debe ser de reacción ácida, con valores de pH similares a los exigidos para el suelo, entre 4.5 y 5.2; sin embargo

es posible trabajar con aguas de reacción neutra, y dependiendo de las características del sustrato, se podrá acidificar el agua de riego con ácido fosfórico o ácido sulfúrico (Mazzone. 2006; citado por Torrez, 20014).

1.1.10. Sistemas de Producción

La incursión de nuevas áreas geográficas para la producción de arándanos ha provocado una transformación en los sistemas de producción del cultivo, cuyo fin es ser más rentable y hacer eficiente el uso de los recursos disponibles. Actualmente las tecnologías para la producción del arándano se han diversificado a tal grado que es posible encontrar producción de arándanos en suelo y en sustrato, así como al aire libre y bajo cubierta (Intagri, 2017).

1.1.10.1. Estructura

- Al aire libre: cuando las condiciones climáticas son adecuadas se puede cultivar el arándano sin ninguna cubierta. En este sistema no se modifican características del entorno, solo se instalan protecciones contra vientos o pájaros y es la manera más económica de producción porque no hay inversiones de infraestructura, pero el cultivo queda expuesta a condiciones climáticas adversas. (Intagri, 2017).
- Bajo cubierta: agrega protección ante factores climáticos y genera micro-climas debajo de la cubierta. Presenta ventajas de tiempo para conservar la cosecha, aumenta la productividad y mejora el tamaño y calidad de fruta. Tiene un elevado costo de instalación y requiere mano de obra adicional para mantenimiento o cambio (Intagri, 2017).

1.1.10.2. Nutrición

- Convencional: Es la nutrición más extendida en el arándano y muy popular por la cantidad de fuentes de nutrientes disponibles. Para el manejo nutricional de arándano de manera convencional se recomienda realizar un análisis de suelo y agua, y una vez conocida la cantidad de nutrientes en el suelo, en el agua y la

extracción del arándano, se puede calcular la cantidad de fertilizantes a aplicar, así como definir las fuentes y la frecuencia de aplicación (Intagri, 2017).

- Orgánica: El uso irracional de agroquímicos ha promovido un nuevo sistema de producción que busca reducir o eliminar el uso de fertilizantes y pesticidas en los cultivos. Ante esto, el cultivo de arándano se ha desarrollado en sistemas de producción orgánica utilizando fuentes orgánicas para suministrar los nutrientes a las plantas (Intagri, 2017).

1.1.10.3. Establecimiento

- En suelo: Es el sistema convencional, pues se adapta muy bien a zonas con las condiciones adecuadas de suelo (pH ácido, alta materia orgánica, baja CE y texturas arenosas), o en suelos adaptados con enmiendas de materia orgánica y pH ajustado con sustancias ácidas (Intagri, 2017).
- En sustrato: Sistema muy intensivo y tecnificado que tiene muchas opciones a elegir para sustituir al suelo, es la opción adecuada para el establecimiento en un lugar con las condiciones climáticas adecuadas, pero con problemas de suelo. Evadiendo la necesidad del suelo adecuado, en estos casos la calidad del agua determinará la viabilidad del proyecto, pues sus características influirán directamente en la producción. Requiere un constante monitoreo de todos los factores que influyen, especialmente la conductividad eléctrica de la solución antes y después de su paso por el sustrato (Intagri, 2017).

1.1.11. Propagación del Arándano

Por lo general, la propagación del arándano se realiza de forma vegetativa. La propagación por semilla se lleva a cabo, únicamente, para la investigación de nuevas variedades (Infoagro, 2016).

1.1.11.1. Propagación por esquejes; en este método se utiliza un esqueje bien en verde, o con madera del año. Se deben obtener esquejes de unos 8 cm de longitud con 4-5 yemas vegetativas y ausentes de yemas florales. El corte debe ser en bisel y por debajo de una yema. Las hojas basales también se deben eliminar con el fin de disminuir la tasa de transpiración (Infoagro, 2016).

1.1.11.2. Propagación in vitro; es la técnica de mayor éxito y la más empleada. Su principal ventaja es que el material vegetal está libre de enfermedades, siendo su inconveniente el alto coste de producción. 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 (Infoagro, 2016).

1.1.11.3. Propagación por semillas; esta propagación no es utilizada para la producción de fruto del Arándano con fines comerciales, ya que esta forma de propagación solo es utilizada para el mejoramiento de las variedades (Infoagro, 2016).

1.1.12. Micropropagación (Cultivo *in vitro*)

La micro propagación (propagación clonal por cultivo *in vitro*) es un sistema de propagación asexual, a partir de un segmento de una planta madre, que da como resultado la propagación masiva de plantas genéticamente idénticas, denominadas clones. Constituye uno de los métodos biotecnológicos que mayores logros ha aportado al desarrollo de la agricultura, ya que se la usa en la producción masiva de especies hortícolas, aromáticas, medicinales, frutícolas, ornamentales y forestales (Salgado, 2014, citado por Vicenty, 2019).

Por otro lado, producir plantas libres de enfermedades y plagas en cualquier época del año involucra una técnica que requiere de mucho conocimiento. El cultivo *in vitro* es una técnica para el mejoramiento, ya que se producen plantas de calidad uniforme a escala comercial, a partir de un genotipo selecto y con una tasa de multiplicación ilimitada. Esto es posible gracias a la propiedad de totipotencia que tienen las células vegetales; es decir, la capacidad de regenerar una planta completa cuando están sujetas a estímulos adecuados.

De esta forma, las células somáticas de cualquier tejido podrían formar tallos, raíces o embriones somáticos de acuerdo con la competencia que posean y al estímulo que reciban. El cultivo de tejidos vegetales es una herramienta de la Biotecnología Vegetal que aísla partes de una planta y las hace crecer en medios de cultivo artificial *in vitro* en condiciones de asepsia para obtener metabolitos, tejidos, órganos o plantas

completas. (*In vitro* se refiere a plantas o partes de una planta cultivada dentro de un contenedor de vidrio) (Del latín *in*: Adentro; *vitro*: vidrio) (Díaz de la Quintana, 2016; citado por Gaite, 2018)

Entre las ventajas de la micropropagación se pueden mencionar:

- Selección de los mejores genotipos, mejor adaptados y con mayor productividad.
- Uniformidad, todas las plantas son igualmente sanas y uniformes.
- Se evita utilizar material propagativo infectado.
- Economía de tiempo y de recursos (Revista horticultivos, 2016, citado por Vicenty, 2019).

1.1.13. Fases de micropropagación *in vitro*

- **Fase 0 Preparación de la planta madre:** Para el establecimiento del cultivo *in vitro* en condiciones de asepsia, se deben obtener explantes con un nivel nutricional y un grado de desarrollo adecuado. En esta fase se mantiene a las plantas madre por un período de tiempo en un invernadero, en el que se controla las condiciones sanitarias y la nutrición (Calizaya, 2014; citado por Gaite, 2018).
- **Fase I Establecimiento del cultivo en condiciones de asepsia:** Una vez seleccionada la planta madre, se extraen los fragmentos a partir de los cuales se obtendrán los explantes. Antes de ser introducidos en el medio de cultivo los explantes deben ser desinfectados para eliminar los contaminantes externos. Luego de la desinfección de los explantes, se debe mantener las condiciones de asepsia y realizar el establecimiento *in vitro* en una cámara de flujo laminar.
- **Fase II Multiplicación:** Durante esta fase se espera que los explantes originen brotes de procedencia axilar o adventicia con varios entrenudos. Periódicamente estos nuevos brotes se deben subcultivar en un nuevo medio de cultivo.
- **Fase III Enraizamiento:** El proceso de enraizamiento en los brotes propagados *in vitro* requiere generalmente del trasplante a un medio de cultivo con menor

concentración de sales. Asimismo, se necesita cambiar el balance hormonal, disminuir las citocininas y aumentar las auxinas exógenas.

- **Fase IV Aclimatación:** Cuando el sistema radical es diferenciado *in vitro*, las plantas no se pueden trasplantar directamente a las condiciones de invernadero sin pasar por un período de aclimatación o endurecimiento. En este período, las plantas son trasplantadas a recipientes con suelo estéril y se cubren con bolsas de polietileno, que se van perforando gradualmente hasta que queden eliminadas las bolsas completamente en un período de 15 a 20 días (Calizaya, 2014; citado por Gaite, 2018).

1.1.14. Proceso de aclimatación

La aclimatación es la etapa final necesaria en todos los esquemas de micro propagación. Las plantas deben adaptarse a nuevas condiciones ambientales tales como, baja humedad relativa, alta intensidad de luz, fluctuaciones de temperatura y constante estrés de resistencia a enfermedades. La calidad intrínseca de las plántulas *in vitro* es uno de los más importantes factores que gobierna estos sucesos durante la transición a *ex vitro*. Son de ellos la excesiva pérdida de agua por transpiración y un debilitado aparato fotosintético los mayores problemas que se tiene que superar (Luya ,1999 citado por Anstrong, 2013).

El mayor porcentaje de pérdidas de plantas producidas *In Vitro* ocurren en su fase de transferencia al suelo cuando deben adaptarse a las nuevas condiciones del ambiente edáfico (Roca, 1991 citado por Anstrong, 2013).

Usualmente se usan brotes simples, pero en algunas especies puede ser mejor enraizar grupos de brotes, insertándolos en el sustrato para dividirlos luego cuando ya estén formadas las raíces. Esto puede minimizar el estrés debido al trasplante. Dependiendo de la especie, los brotes propagados deben enraizarse *in vitro* antes de aclimatarse en invernadero, sin embargo, algunas especies de fácil enraizamiento permiten el uso del enraizamiento *ex vitro*. Esta técnica presenta ventajas especiales en las plantas leñosas en las cuales, el engrosamiento secundario es importante para el correcto desarrollo. Además, se reducen los costos de las plantas micropropagadas al eliminar costos de

mano de obra y reactivos principalmente. El género *Vaccinium* se encuentra entre los que permiten el enraizamiento *ex vitro* (George, 1996, citado por Castañeda, 2006).

Los explantes se deben transferir a un sustrato limpio, aunque no necesariamente esté estéril. Con este método es necesario que el medio de enraizamiento esté libre de organismos patógenos y que los brotes tengan las hojas bien desarrolladas, además deben realizar fotosíntesis para que la planta tenga una fuente de energía para enraizar y desarrollarse (Cutz, 2004; citado por Gaité, 2018).

Por lo general, la fase de aclimatación es crítica para la mayoría de las especies, por dos razones fundamentales:

- Pasa de condiciones fotoheterótrofas (consumo de Carbono del azúcar del medio de cultivo) a condiciones foto autotróficas.
- Atraviesa por condiciones de alta humedad dentro del frasco *in vitro* a condiciones normales de humedad del sustrato y la protección de una jaula antiáfidos.

Debido a estas razones, en el traspaso de *in vitro* a *in tierra* o *in vivo*, se debe tener especial atención en evitar el desecamiento de la planta hasta que las células estomáticas vuelvan a ser funcionales y se recupere la capa de cera de la epidermis. En tal sentido, se debe cubrir inicialmente la planta con túneles de plástico y/o someterlos a sistemas de niebla artificiales, sistemas que deben ser retirados paulatinamente (SEDAG ,2012; citado por Gaité, 2018).

1.1.15 Implementos para la aclimatación

1.1.15.1. Invernadero o invernáculo

El invernadero o vivero constituye el ambiente en el cual se termina el proceso de aclimatación del material vegetal para su pase definitivo a condiciones de campo. En este ambiente debe existir un estricto control fitosanitario, particularmente en aquellos casos donde el objetivo fundamental es la obtención de plantas libres de patógenos, para que su desarrollo sea completamente estable (Anstrong, 2013).

Estas instalaciones son necesarias tanto para la fase anterior como posterior al cultivo *in vitro*. En el primer caso, muchos materiales vegetales necesitan ser preparados para que alcancen una mejor condición fisiológica y fitosanitaria antes de su utilización en el laboratorio. Un invernadero es un ambiente que casi siempre tiene un armazón de fierro o de madera, con base de concreto y ladrillo, paredes y techo de vidrio o materiales plásticos tipo calamina. Las plantas producidas *in vitro* rigurosamente necesitan una fase de endurecimiento o aclimatación antes de ser liberados a condiciones de campo (Anstrong, 2013).

1.1.15.2. Microtúneles

Para los arcos se deben utilizar materiales flexibles, sin rugosidades o aristas que puedan dañar el polietileno de cobertura como la madera, el metal, el plástico o la combinación de alguno de estos. Entre estos contamos con hierro de construcción (los que se cubren con caños plásticos, cintas de goteo o manguera), caños plásticos de 22 polipropileno y cañas. El polietileno de cobertura debe permitir el mayor ingreso de luz posible (radiación), retener el calor, de fácil manejo, como el polietileno larga duración térmico se puede utilizar también el polietileno cristal o la Manta térmica aunque tienen la desventaja de no cumplir con todos los requisitos mencionados (Gaité, 2018).

1.1.16. Efecto de sustratos en la fase de aclimatación

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo *in situ*, 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, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en la nutrición vegetal (Agroequipos, 2018).

Un buen sustrato es esencial para la producción de plantas de alta calidad. Sus componentes deben de poseer características físicas y químicas que, combinadas con un programa adecuado de manejo, permitan un desarrollo radicular óptimo de la planta (Agroequipos, 2018).

La función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta. El suelo, factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que precisan. De ello, se desprende la importancia de definir las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos de cultivo (MAPA, 2010).

El sustrato en esta fase es un determinante de calidad para las vitroplantas, pueden ser de origen natural o sintético pero que al unirlos o mezclarlos garantice un buen crecimiento de las plantas en esa etapa ya que las raíces se desarrollan mejor en esta fase. Si poseen un buen sustrato las vitroplantas se van a desarrollar de manera más rápida.

1.1.17. Riego

Un riego adecuado en el cultivo del arándano es clave para obtener una cosecha óptima en la que los frutos sean de gran calidad, pues el tamaño del fruto está condicionado por el nivel y las oscilaciones de la humedad en el suelo, de ahí la gran importancia del riego.

Los requerimientos de agua deben basarse en numerosos aspectos de su entorno como son las condiciones ambientales, las características del suelo, el estado fenológico de la planta, o las características del agua de riego entre otros. (Gestiriego, 2021)

El riego durante el primer y segundo año de la plantación es muy importante para su rendimiento futuro. Ya entrando en producción, las mayores exigencias de humedad en el año están concentradas en el período de mayor crecimiento y durante la maduración del fruto (Godoy, 2002, citado por Castañeda, 2006).

El requerimiento de agua de esta especie, fluctúa entre los 750- 2000 mm, anuales. Por lo tanto, es necesario y no se puede prescindir de la instalación de equipos de riego. Se podrá optar entre los distintos sistemas: goteo, aspersión o microaspersión. Sin lugar a dudas que el sistema más eficiente es el de goteo que además del riego, a través de las

líneas de conducción permitirá la aplicación de fertilizantes solubles (fertirrigación) y otros insumos (Paganini, 2002; citado por Castañeda, 2006).

1.1.18. Fertilización

El cultivo del arándano no presenta una gran exigencia en fertilizantes, siendo incluso, sensibles al exceso de sales. Por esta razón es conveniente que el suministro de nutrientes se realice mediante fertirrigación. Para realizar un adecuado programa de fertirrigación, es aconsejable realizar un análisis foliar antes de su procedimiento (Infoagro, 2016).

El manejo nutricional del arándano debe ser oportuno y basado en la integración de una serie de parámetros como: Extracción nutrimental del cultivo por etapas fenológicas, análisis de suelo, análisis de agua, tipo de fertilización, monitoreo nutrimental y calidad de la fruta. Debido a que es un cultivo rentable donde se busca calidad. La totalidad de las plantaciones de arándanos utilizan la técnica de la fertirrigación suministrando nutrientes en el sistema de riego por goteo, principalmente.

La diferencia fundamental entre la nutrición convencional y orgánica radica en que las fuentes para adicionar los nutrientes en esta última son más limitadas. En el caso de las soluciones nutritivas para campo o sustrato, estas deben considerar la calidad del agua y las propiedades físicas y químicas ya sea del suelo o el sustrato a utilizar, no se debe usar una receta para distintos huertos puesto que las condiciones son diferentes y la falta o exceso de nutrientes o agua afecta el rendimiento (Intagri, 2017).

1.1.19. Plagas y Enfermedades

Según Gaité (2018), las plagas y enfermedades son las siguientes:

1.1.19.1. Plagas

- **Cochinillas** (*Aspidiotus sp.*, *Pulvinaria sp.*, *Lepidosaphes ulmi L.*); tienen una escasa movilidad sobre el cultivo, sólo algunos estadios juveniles poseen patas y se trasladan hacia otras partes de las plantas donde se establecen formando nuevas colonias. Los adultos poseen un caparazón de protección llamado escudo. Cuando

aumenta la temperatura se debe tratar de localizar los estadios juveniles para detectar los primeros nacimientos y realizar el control adecuado.

- **Cheimatobia** (*Cheimatobia brumata* L.); ataca a flores y a frutos, esta oruga alcanza 3 cm. de largo, es de color verde, con una banda dorsal más oscura y dos laterales blancas y, como es característico en este género, camina encorvando sobre su abdomen en forma de asa. Suele alimentarse de yemas, para pasar a flores y frutos posteriormente.
- **Pulgonos o áfidos** (*Myzus persicae* sulzer, *Aphis gossypii* glover, *Aphis spiraecola* patch.); al ser insectos chupadores extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, que puede traducirse en una reducción de la producción final.
- **Nemátodos**; existen algunas especies pertenecientes a los géneros, *Paratrichodorus* sp. y *Hemicycliophora* spp., que producen daños en viveros. *Xiphinema* spp. es un vector de virus. Sin embargo, el arándano es resistente a dos parásitos muy dañinos en diferentes cultivos, como son *Meloidogyne hapla* y *Pratylenchus penetrans*.
- **Pájaros**; constituyen la plaga de vertebrados más seria de los arándanos, sobre todo en parcelas pequeñas o en aquellas situadas en zonas donde abunden grandes bandadas.

1.1.19.2. Enfermedades

1.1.19.2.1. Enfermedades producidas por Hongos

- **Antracnosis** (*Colletotrichum* sp.); el hongo puede afectar a ramas, hojas y flores, pero los daños más graves los provoca en los frutos. En este caso, se requiere un análisis y tratamiento particular de la enfermedad, ya que los frutos pueden ser asintomáticos en la planta y producir grandes pérdidas en post-cosecha. La infección tiene lugar durante la floración, manifestándose el daño en el momento de la recolección. Se reconoce por un hundimiento sobre el fruto y la formación de esporas color salmón sobre éste.

- **Brotitis o podredumbre gris (*Brotitis Cinerea sp.*);** la mayor incidencia de esta enfermedad coincide con primaveras muy lluviosas y temperaturas en torno a los 20°C. Los síntomas se manifiestan con el marchitamiento de las terminaciones de los brotes jóvenes, que al principio toman un color marrón o negro, para blanquear más tarde a tostado o gris, pudiendo alcanzar toda la rama. Las flores marchitas permanecen en la planta mucho más tiempo que las no afectadas. Las partes viejas de la planta rara vez son atacadas, aunque en ellas el hongo puede vivir como saprófito durante el invierno, propagándose en primavera en forma de esporas que afectan principalmente a los racimos florales e incluso a los frutos, presentando un aspecto momificado.
- **Monilia (*Monilia sp.*);** es una de las enfermedades más comunes en el arándano, tanto en los grupos “highbush” como “rabbiteye”. Este hongo afecta a brotes, hojas, flores y frutos, pudiendo llegar a reducir considerablemente la cosecha. 28 Las ramas y flores afectadas se marchitan y se vuelven de un color marrón, como si estuvieran quemadas. Las hojas y brotes desarrollados en la primavera se caen. En los frutos no se aprecia el daño hasta casi la madurez, adquiriendo un color crema o rosa salmón, y volviéndose eventualmente rojizos o marrón claro.
- **Phomopsis (*Phomopsis Vaccinii*);** esta enfermedad fue una de las primeras observadas en las plantaciones americanas, y ha ido adquiriendo importancia económica, ya que puede llegar a matar por completo a plantas jóvenes. El hongo penetra en las yemas florales y en el tallo. Los síntomas comienzan a notarse en brotes jóvenes de primavera, secándose el extremo apical que queda doblado en forma característica de bastón. Los daños severos en plantaciones adultas se observan durante el verano, cuando es común ver plantas con parte de las ramas principales totalmente secas y el resto sanas. Los frutos dañados son blandos, a menudo se agrietan y pierden jugo.
- **Bacteriosis (*Agrobacterium Tumefaciens*);** es la bacteria que principalmente afecta a este cultivo. Ataca al sistema radical debilitando la planta y produciendo, incluso, su muerte. En la base de las cañas o en las raíces

principales de plantas afectadas pueden apreciarse unas agallas o tumores. Éstas, cuando son jóvenes, son de color crema o marrón claro, y a medida que crecen adquieren un color marrón oscuro o negro, volviéndose ásperas, duras y de tamaño variable.

1.1.19.2.2. Enfermedades producidas por Virus

- **Virosis y micoplasmosis;** en cuanto a los virus que pueden afectar al arándano, uno de los más importantes es la mancha anular o Red ringspot. Esta enfermedad a menudo aparece sobre tallos, aunque los síntomas más aparentes se aprecian en agosto o en septiembre en las hojas, especialmente en la mitad basal de los tallos. Estas hojas viejas muestran, en su haz, manchas anulares rojizas pero verdes en su zona central. Es necesario realizar el test correspondiente (ELISA) para la detección de este virus.

1.1.20. RECOLECCIÓN DEL FRUTO

Es necesario el empleo de mano de obra especializada, ya que se realiza de forma manual para el posterior envasado y embalaje. Esta práctica se ejecuta de forma selectiva según los índices de madurez del fruto, que son el color y el tamaño, e implica que se realicen hasta ocho recolecciones por planta. La recolección mecanizada se emplea cuando el fruto se destina a la industria (Cutz, 2004; citado por Gaité, 2018).

Se realiza utilizando los dedos índice y pulgar; se debe hacer una ligera torsión y luego se tira suavemente la fruta sin apretarla para no dañarla o romperla. Cabe mencionar, como establecen las BPA, que el personal de cosecha debe tener las uñas cortas, las manos limpias, sin alhajas, el pelo recogido o con gorro, no fumar ni beber durante el proceso (Torrez, 2014).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

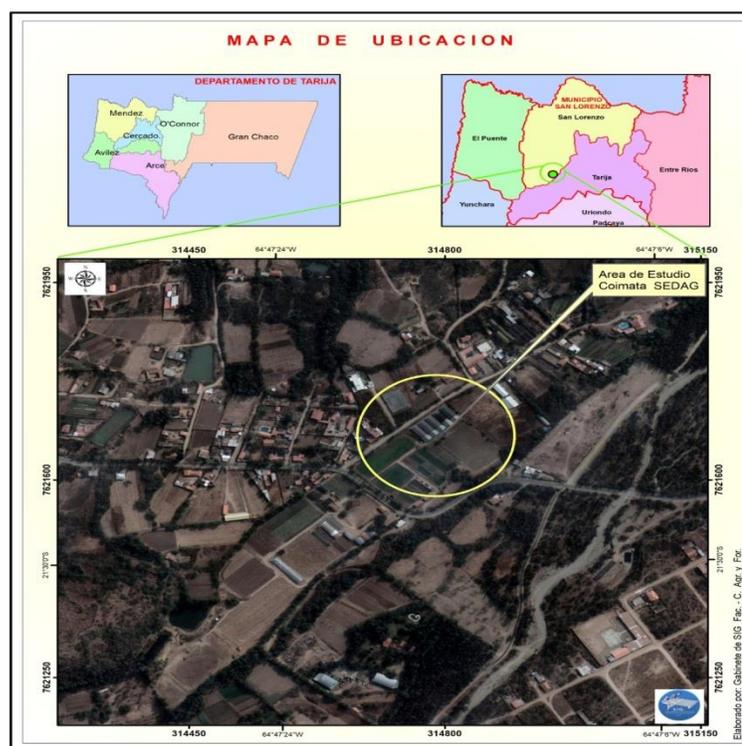
2.1. MATERIALES

2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El siguiente trabajo de investigación se realizó en instalaciones del Servicio Departamental Agropecuario “SEDAG” ubicado en la comunidad de Coimata, perteneciente a la provincia Méndez del departamento de Tarija.

La estación experimental de “Coimata” se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 8Km al noreste de la ciudad de Tarija, entre el camino intercomunal Tomatitas – Coimata, con una extensión aproximada de 8 Ha.

Geográficamente se encuentra a $21^{\circ}29'27''$ latitud sur, $64^{\circ}46'25''$ longitud oeste y a 2027 m.s.n.m. de altura.



2.1.1.1. Características del Área

El departamento de Tarija se clasifica dentro de la región Templada, la provincia Cercado se encuentra en una región semiárida templada.

2.1.1.2 Vegetación

Dentro de la vegetación del lugar podemos encontrar churquis y vegetación herbácea; se encuentran también algarrobos con chañares, jarcas, pino y casuarinas.

También podemos encontrar molle asociado con taquillo, plantas frutales como ser: duraznero, higueras, nogales, acompañado de huertos familiares y gramíneas.

2.1.1.3. Precipitación

De acuerdo a los datos de la estación agrometeorológica del SENAMHI ubicada en la comunidad de Coimata se tiene una precipitación media anual desde el año 2006 a 2013 de 746.7 mm. (SENAMHI, 2013).

2.1.1.4 Temperatura

La temperatura máxima media anual es de 25,0° C, mientras que la temperatura mínima media está alrededor de los 9,4° C. (SENAMHI, 2013).

2.1.2. Material a usar en la realización del trabajo

- Bolígrafo.
- Libreta de apuntes.
- Cámara fotográfica.
- Planilla de registro.

2.1.3. Material Vegetal

- Vitroplantas de arándano de cultivar Misty.
- Vitroplantas de arándano de cultivar Biloxi.

2.1.4. Materiales a usar en las jaulas antiafidas

- Alvéolos
- Bandejas

- Guantes
- Gorro quirúrgico
- Pinzas
- Nylon
- Lienzo
- Malla media sombra

2.1.5. Material para Sustratos

- Jiffy mix
Jiffy Mix está compuesto por médula de fibra de coco certificado por RHP (garantiza que el sustrato cumple con los requisitos de calidad, sobre la proporción de agua y aire, pH y EC.), las mezclas de turba europea en bloque y la turba canadiense con fibras más larga.
- Growing mix
Está compuesto de turba de musgo, perlita y vermiculita.

2.1.6. Material de Gabinete

- Planilla de registro de datos
- Calculadora
- Computadora

2.2. METODOLOGIA

2.2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el presente trabajo de investigación se empleó el diseño completamente al azar, con arreglo bifactorial (2x2), con 4 tratamientos y 3 repeticiones obteniendo 12 unidades experimentales.

2.2.1.1. Factores de estudio

2.2.1.1.1. Factor 1: Sustratos

- Sustrato 1 (Jiffy mix)
- Sustrato 2 (Growing mix)

2.2.1.1.2. Factor 2: Cultivares

- Cultivar 1 (Misty)
- Cultivar 2 (Biloxy)

2.2.2. Metodología

2.2.2.1. Tratamientos

T1: Variedad 1 (Misty) – Sustrato 1 (Jiffy mix)

T2: Variedad 2 (Biloxy) – Sustrato 2 (Growing mix)

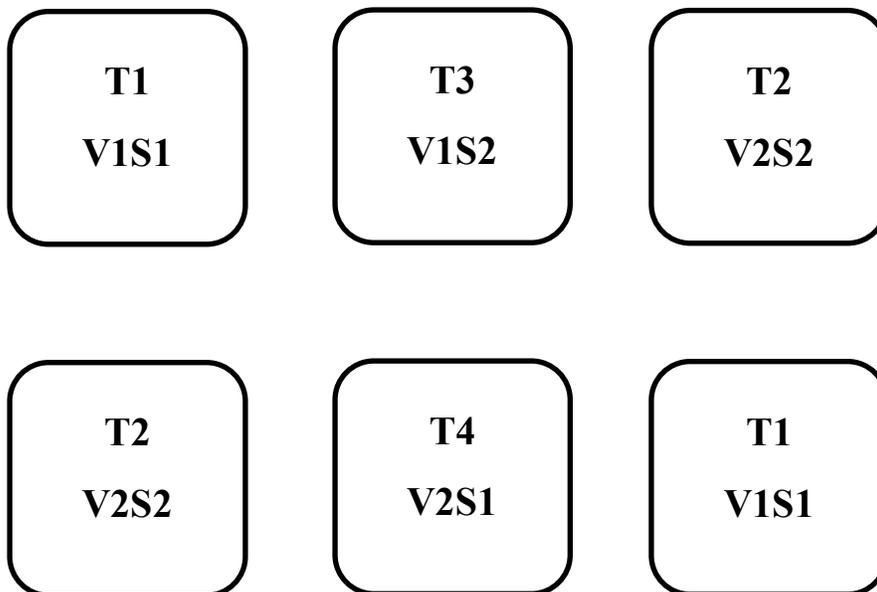
T3: Variedad 1 (Misty) – Sustrato 2 (Growing mix)

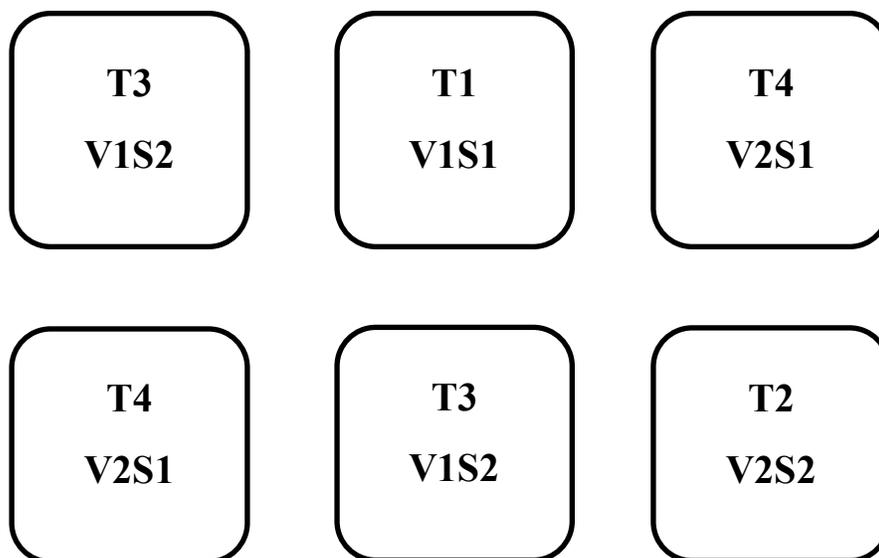
T4: Variedad 2 (Biloxy) – Sustrato 1 (Jiffy mix)

2.2.2.2. Unidad experimental

La unidad experimental está conformada por 10 vitroplantas de arándano.

2.2.3. DISEÑO EN CAMPO





2.2.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó lo siguiente:

- a) Se preparó la base de la cama a usar en donde se utilizó ladrillos y encima colocamos madera.
- b) Se procedió a usar una fuente para humedecer el sustrato.
- c) Demarcado
- d) Traslado de las vitroplantas del laboratorio CEPROSA al centro experimental de SEDAG en Coimata, de ahí se procede a desinfectarlas y quitarlas el agar con agua corriente del grifo para eliminar los residuos de la etapa de enraizamiento.
- e) Se procede a llenar los alvéolos con los sustratos a usar para cada tratamiento a realizar.
- f) Se procede a regar para realizar el ahoyado respectivo para colocar ahí las vitroplantas.
- g) Después de concluir el trasplante de las vitroplantas se las coloca en las jaulas antiáfidos y se cubre con nylón y lienzo durante unos días para evitar la deshidratación total de las vitroplantas, hasta su adaptación.

h) Para controlar el pH primeramente debemos realizar un estudio a cada sustrato para ver si su pH es el requerido por el cultivo, si en caso no es el requerido por el cultivo podemos realizar una buena fertilización o agregar azufre. En este caso no se aplicó nada en el sustrato para el pH.

2.2.5. VARIABLES DE RESPUESTA

- Porcentaje de prendimiento de plántulas (%)
- Altura de planta en cm.
- Número de hojas por cultivar.
- Sistema radicular en materia verde (MV) y materia seca (MS) en g/tratamientos.

2.2.6. METODOLOGÍA DE LA TOMA DE DATOS PARA LAS VARIABLES

El trabajo de campo inició el 27 de junio teniendo un tiempo de duración de 3 meses. Para el cual se realizó la medición de cada vitroplanta con una regla graduada en cm antes de pasar a ser trasplantadas.

Cada 30 días se procedió a la toma de datos de la variable altura donde se procede a la medición de cada plántula en cm, para el número de hojas se realizó el conteo al inicio y al final de la fase ya que al ser expuestas a un entorno diferente sufren estrés por lo cual existe pérdida de hojas. El porcentaje de prendimiento de plántulas fue evaluado al final de la aclimatación.

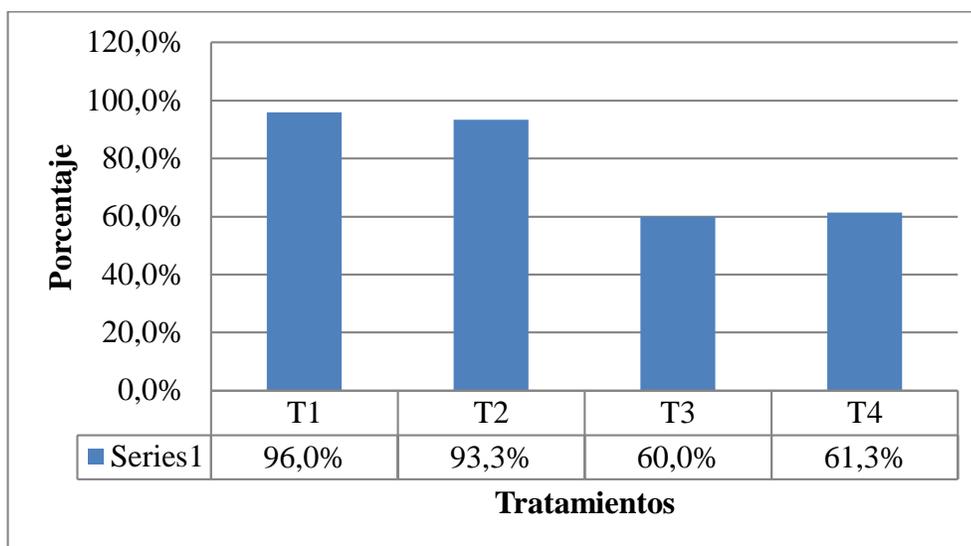
Para el pesaje del sistema radicular se tomaron muestras de 10 vitroplantas para sacar el porcentaje de materia verde, para lo cual procedió a realizar el corte del tallo dejando solamente el sistema radicular después se realizó el lavado, secado y se procedió a pesar. Para el pesaje del sistema radicular para la materia seca se usó 5 vitroplantas se realizó el corte del tallo dejando solamente el sistema radicular, se realizó el lavado y secado correspondiente, la muestra fue colocada en una estufa de secado por 72 hrs y luego pesada.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Porcentaje de Prendimiento al final de la Aclimatación

Fig. N° 1 Porcentaje de Prendimiento



De acuerdo a la fig. N° 1 se puede observar que el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje de prendimiento es el tratamiento 1 (Variedad Misty, sustrato Jiffy mix) con un 96,0%, mientras que el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) obtuvo un menor porcentaje de prendimiento de un 60%.

Cuadro N° 1 Análisis de Varianza para el Porcentaje de Prendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	3710,67				
TRATAM.	3	3481,33	1160,444	43,34*	4,76	9,78
BLOQUES	2	68,67	34,333	25,75*	5,14	10,9
ERROR	6	160,67	26,778			
FAC/VAR	1	1,33	1,333	0,05	5,99	13,7
FAC/SUST	1	3468,00	3468,000	2601,00**	5,99	13,7
VAR/SUT	1	12,00	12,000	0,00	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 6,66%

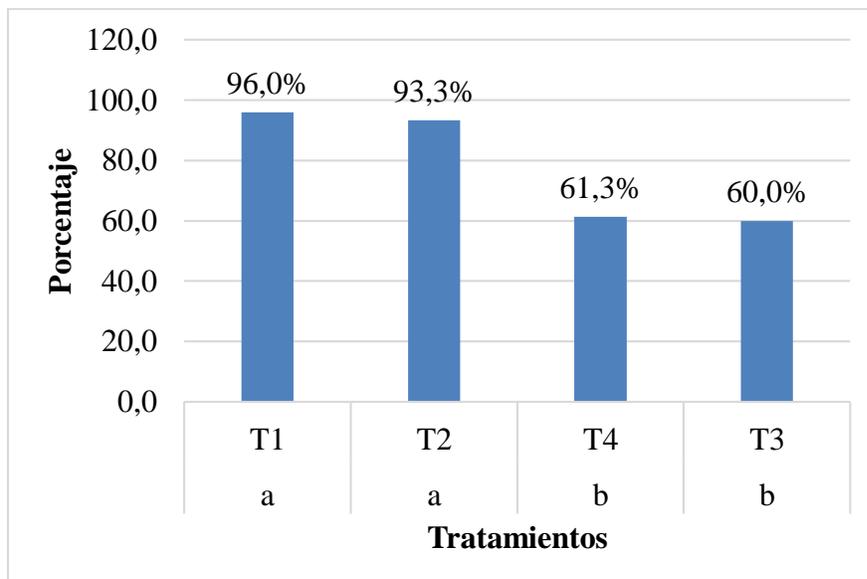
En análisis de varianza se observa que existen diferencias significativas en los tratamientos al 5% y 1%, de igual manera existen diferencias significativas en los bloques y diferencias altamente significativas en el factor sustrato tanto al 5% y 1%; por lo cual se procede a realizar la prueba de comparación de medias (Tukey) para poder determinar el mejor tratamiento a usar.

Cuadro N° 2 Prueba de Tukey para los Tratamientos

	CM	26,778			
	SX	2,99			
	q	4,90			
	Valor crítico	14,651			
		T1	T2	T4	T3
		96,0	93,3	61,3	60,0
T3	60,0	36,0*	33,3*	1,3 N.S.	0
T4	61,3	34,7*	32,0*	0	
T2	93,3	2,7 N.S.	0		
T1	96,0	0			

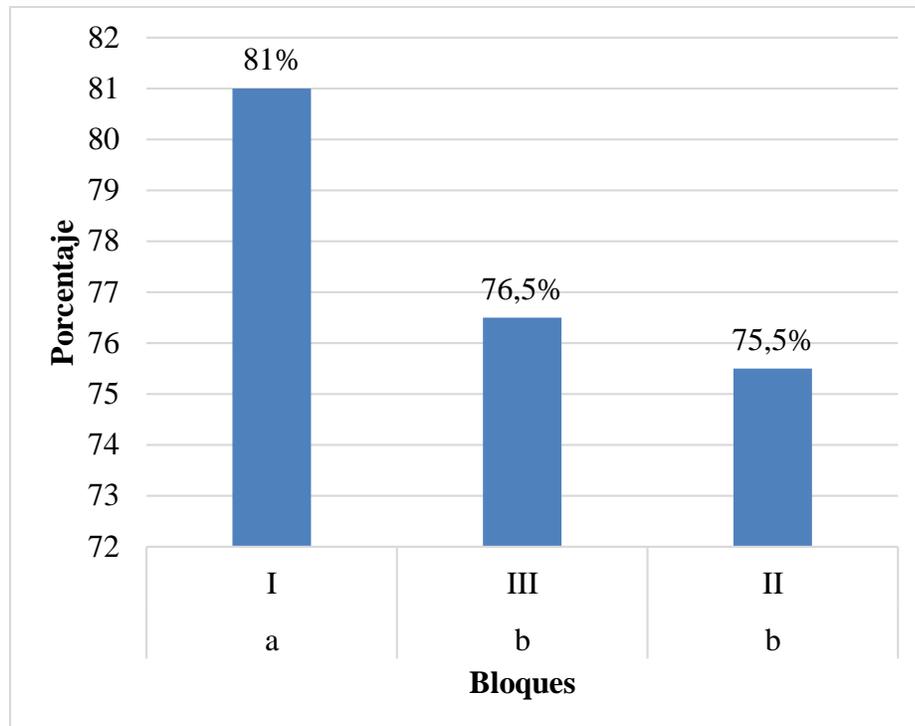
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 2 Prueba de Tukey para los Tratamientos



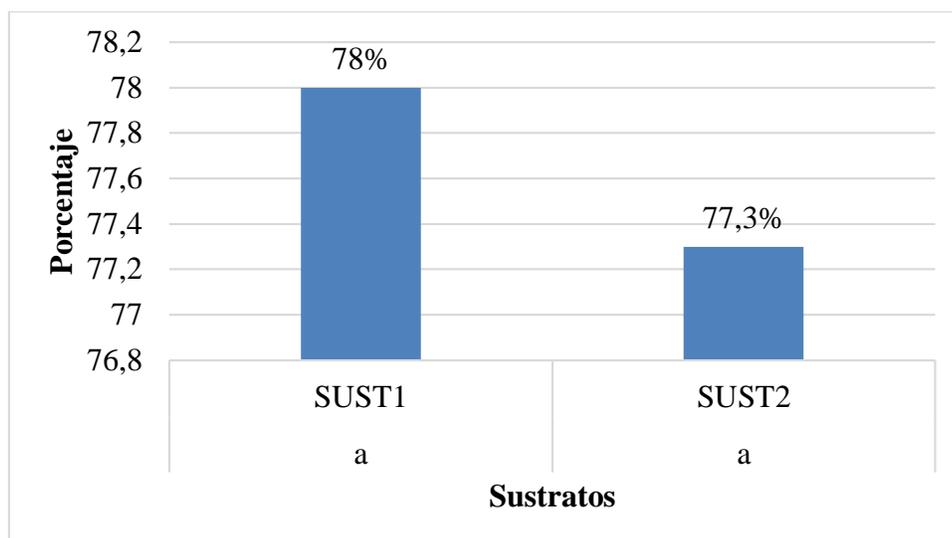
Según los datos obtenidos en la prueba de Tukey se puede observar que los tratamientos 1 y 2 presentan resultados estadísticamente iguales, lo cual indica que son los tratamientos con mayor porcentaje de prendimiento; por otro lado, los tratamientos 3 y 4 son estadísticamente iguales presentando los menores porcentajes de prendimiento.

Fig. 3 Prueba de Medias (Tukey) Para Bloques



Fuente: Elaboración propia

En fig. N° 3 se puede observar que en los bloques II y III presentan resultados estadísticamente iguales ya que no presentan diferencias entre ellos, por lo cual el bloque I llegaría a ser el que posee un mayor porcentaje de prendimiento.

Fig. N° 4 Prueba de Medias (Tukey) para el Factor Sustrato

Estadísticamente se puede comprobar que no existen diferencias en el factor sustrato.

Los bajos resultados en el porcentaje de supervivencia de los tratamientos 3 y 4 puede ser debido a que el riego los primeros días es muy constante 3 veces al día, provocada por la humedad excesiva de agua en el suelo, la cual evita que exista cierta cantidad de aire en el suelo (Castañeda, 2006).

Según Gaité (2018) el tratamiento que ofreció mejores condiciones al desarrollo y sobrevivencia en la fase de aclimatación de vitroplantas de arándano fue el tratamiento T7, constituido por la fitohormona ácido indol acético, sustrato turba con perlita y dosis 5000 ppm, el cual alcanzó un porcentaje mayor de 81,25%.

3.2. Altura de Planta en cm al Inicio de la Aclimatación

Cuadro N°3 Altura Inicial en cm

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	2,3	2,5	2,6	7,4	2,5
T2	4,5	4,3	4	12,8	4,3
T3	2,5	2,3	2,2	7	2,3
T4	4	3,9	3,7	11,6	3,9
TOTAL	13,3	13	12,5	38,8	12,9

De acuerdo al cuadro N° 3 se puede observar que la altura inicial en el tratamiento 2 (Cv. Biloxy, sustrato Growing mix) son más grandes con una altura promedio de 4,3 cm, por otro lado, se observa que el tratamiento con menor altura es el tratamiento 3 con una altura promedio de 2,3 cm.

Cuadro N°4 Análisis de Varianza para la Variable de Altura de Planta Inicial en cm

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	8,87				
TRATAM.	3	8,60	2,867	92,97*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,08	0,041	0,00	5,14	10,9
ERROR	6	0,18	0,031			
FAC/VAR	1	8,33	8,333	270,27**	5,99	13,7
FAC/SUST	1	0,21	0,213	0,03	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,05	0,053	0,25	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de variación: 5,41%

En el análisis de varianza se puede observar diferencias altamente significativas entre los tratamientos al 5% y 1%, como también en el factor de variedad al 5% y 1%.

Por lo cual se procederá a realizar la comparación de medias (Prueba de tukey) para así recomendar cual es el mejor tratamiento y variedad.

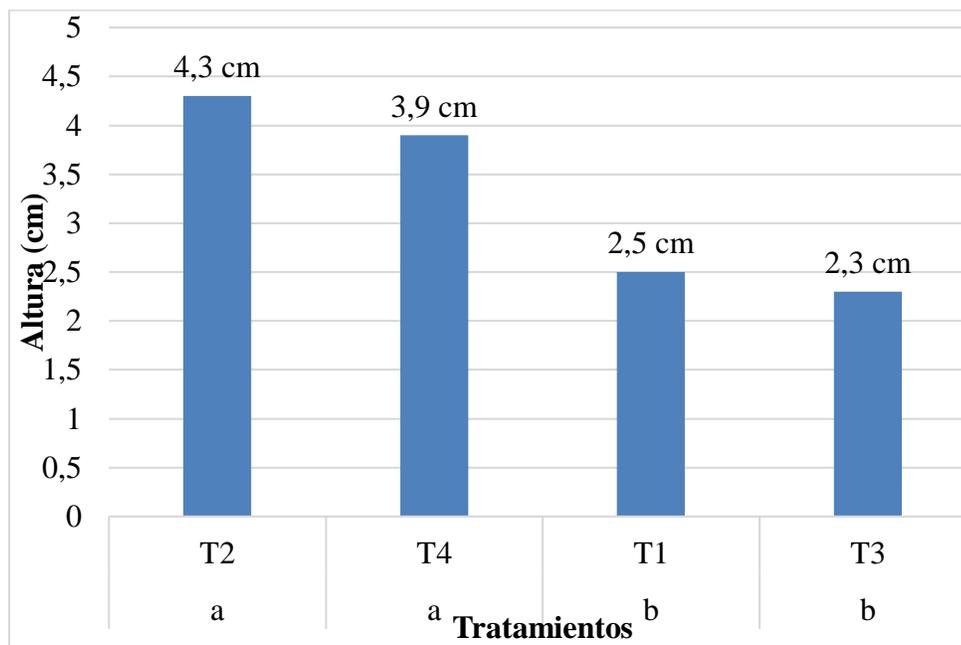
Cuadro N° 5 Prueba de Comparación de Medias (Tukey)

CM	0,031
SX	0,10
q	4,90
Valor crítico	0,49

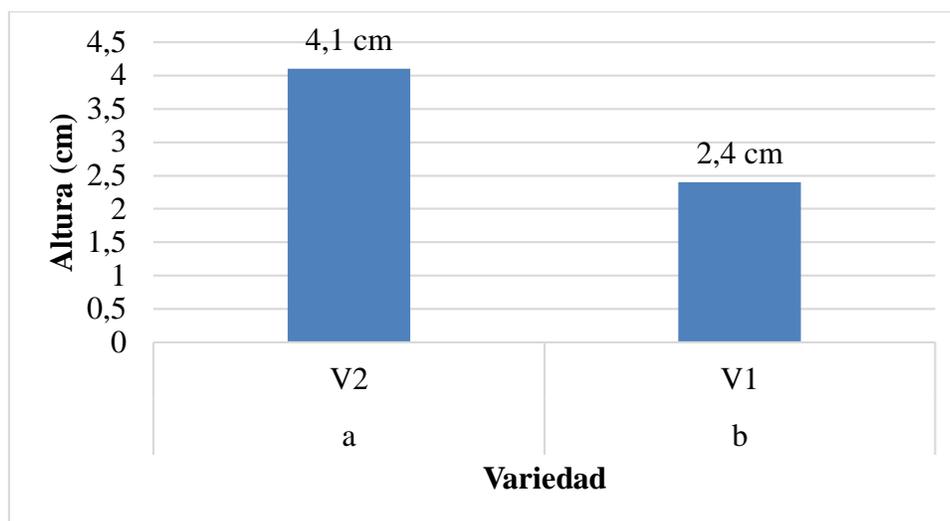
		T2	T4	T1	T3
		4,3	3,9	2,5	2,3
T3	2,3	2*	1,6*	0,2 N.S.	0
T1	2,5	1,8*	1,4*	0	
T4	3,9	0,4 N.S.	0		
T2	4,3	0			

Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 5 Prueba de Comparación de Medias (Tukey) para los Tratamientos



De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias (Tukey) se puede observar que el tratamiento 2 y 4 presentan resultados estadísticamente iguales, siendo los mejores porcentajes obtenidos lo cual indica que son los de mayor altura que iniciaron la aclimatación, seguidamente del tratamiento 1 y 3 que de igual manera presentan resultados estadísticamente iguales.

Fig. N° 6 Comparación de Medias del Factor Variedad

De acuerdo a la prueba de Tukey para el factor variedad se demuestra que son estadísticamente diferentes que la variedad con mayores probabilidades de una buena aclimatación es la variedad 2 con una altura promedio de 4,1 cm.

Toda planta requiere ciertos niveles nutricionales para un mejor desarrollo, las cantidades requeridas son diferentes para cada cultivo, lo cual indica que si la planta posee una buena absorción de agua y minerales presenta un mejor desarrollo (Castañeda, 2006).

3.3. Altura de Planta en cm a los 30 días

Cuadro N° 6 Altura en cm de Planta

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	2,8	3,5	3,2	9,5	3,2
T2	5,5	5,2	5,8	16,5	5,5
T3	3	2,8	2,9	8,7	2,9
T4	4,5	4,22	4,7	13,42	4,5
TOTAL	15,8	15,72	16,6	48,12	16,0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro N° 6 la mayor altura a los 30 días fue en el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix) con una altura promedio de 5,5 cm y el tratamiento que obtuvo un menor desarrollo en la altura fue el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) con una altura promedio de 2,9 cm.

Cuadro N° 7 Análisis de Varianza (ANOVA) para Altura de Planta en cm a los 30 días

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	13,70				
TRATAM.	3	13,13	4,378	59,09*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,12	0,059	0,01	5,14	10,9
ERROR	6	0,44	0,074			
FAC/VAR	1	11,45	11,447	154,50**	5,99	13,7
FAC/SUST	1	1,25	1,255	0,11	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,43	0,433	0,35	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 6,76%

Se puede observar en el cuadro N° 7 que de acuerdo al análisis de varianza existen diferencias significativas en los tratamientos al 5% y 1%, también presentan en el factor variedad.

Por lo cual se procede a realizar la prueba de comparación de medias (Tukey) para así poder recomendar cuál de los tratamientos y sustrato es mejor en el desarrollo en la altura de la planta.

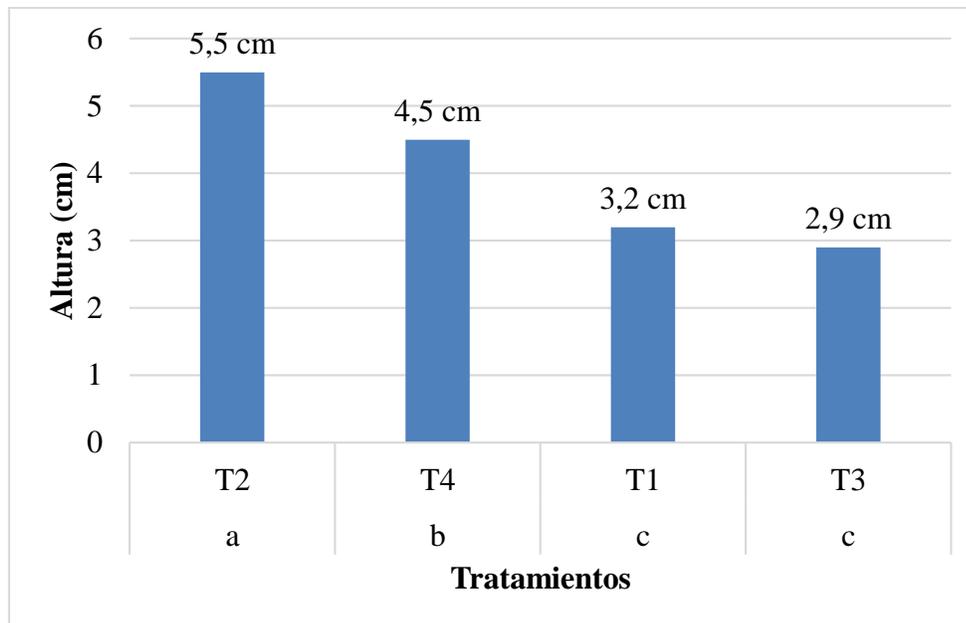
Cuadro N° 8 Prueba de Tukey para los Tratamientos

CM	0,074
SX	0,15
q	4,90
Valor crítico	0,73

		T2	T4	T1	T3
		5,5	4,5	3,2	2,9
T3	2,9	2,6*	1,6*	0,3 N.S.	0
T1	3,2	2,3*	1,3*	0	
T4	4,5	1,0*	0		
T2	5,5	0			

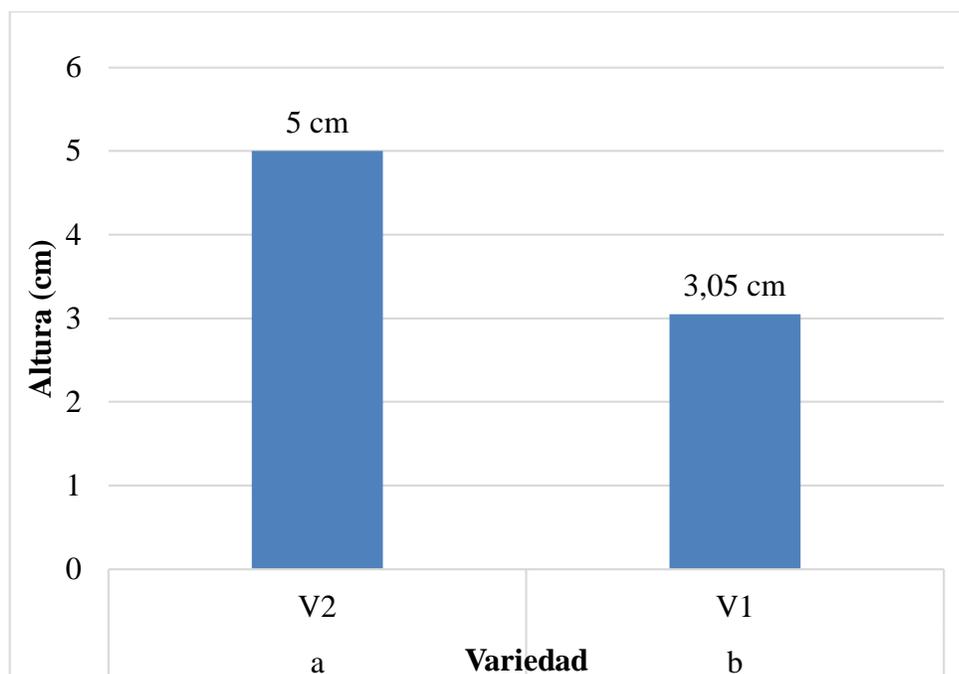
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 7 Prueba de Comparación de Medias (Tukey) para Tratamientos



En la figura N° 7 se puede establecer que en la prueba de medias (Tukey) para los tratamientos que estadísticamente los tratamientos 2 y 4 son diferentes, mientras que los tratamientos 1 y 3 estadísticamente son iguales.

Fig. N° 8 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



En la comparación de medias para el factor variedad se puede observar en la fig. N° 10 que estadísticamente existen diferencias en ambas variedades demostrando estadísticamente que la variedad 2 es la que obtuvo mejores resultados.

3.4. Altura de Planta en cm a los 60 días

Cuadro N° 9 Altura en cm de la Planta a los 60 días

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	3,4	3,8	3,7	10,9	3,6
T2	5,9	5,5	6	17,4	5,8
T3	3,5	3	3,1	9,6	3,2
T4	4,8	4,5	4,9	14,2	4,7
TOTAL	17,6	16,8	17,7	52,1	17,4

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 9 se puede observar que la altura de la planta a los 60 días es mayor en el tratamiento 2 siendo parte de la variedad Biloxy, sustrato Growing mix con una

altura promedio de 5,8 cm a los 60 días de la aclimatación, por otra parte, el tratamiento con un menor desarrollo en la altura es el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) con una altura promedio de 3,2 cm.

Cuadro N° 10 Análisis de Varianza (ANOVA) para Altura de Planta en cm a los 60 días

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	12,71				
TRATAM.	3	12,26	4,085	73,90*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,12	0,061	0,01	5,14	10,9
ERROR	6	0,33	0,055			
FAC/VAR	1	10,27	10,267	185,74**	5,99	13,7
FAC/SUT	1	1,69	1,687	0,16	5,99	13,7
VAR/SUT	1	0,30	0,301	0,18	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 5,42%

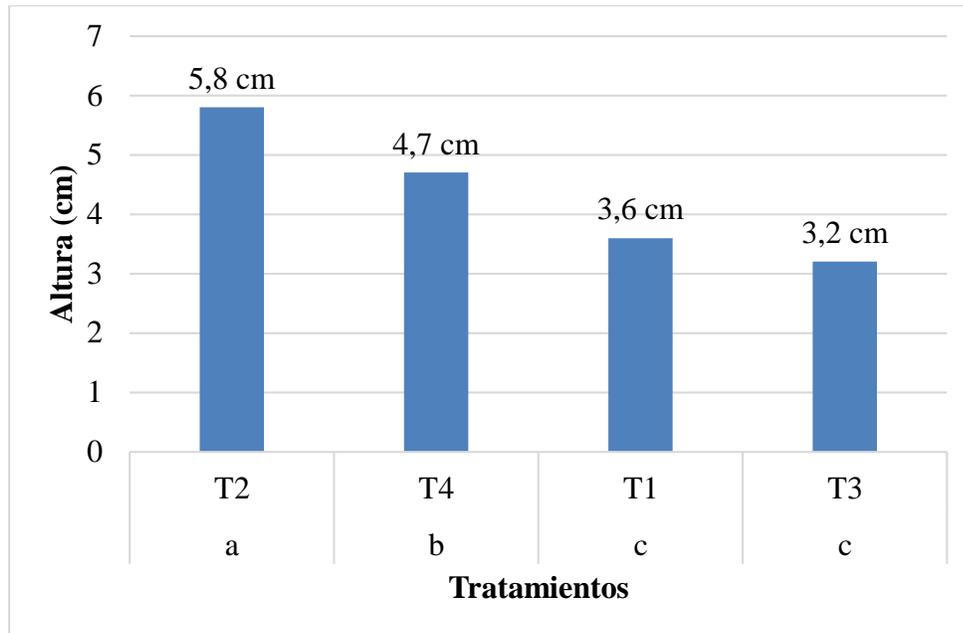
En el cuadro N° 10 el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos tanto al 5% y 1%, de igual manera se observa que existe diferencia altamente significativa en el factor variedad lo cual indica que corresponde realizar la prueba de comparación de medias (Tukey).

CUADRO N° 11 Prueba de Tukey para los Tratamientos

		CM	0.055		
		SX	0,13		
		q	4,90		
		Valor crítico	0,64		
		T2	T4	T1	T3
		5,8	4,7	3,6	3,2
T3	3,2	2,6*	1,5*	0,4 N.S.	0
T1	3,6	2,2*	1,1*	0	
T4	4,7	1,1*	0		
T2	5,8	0			

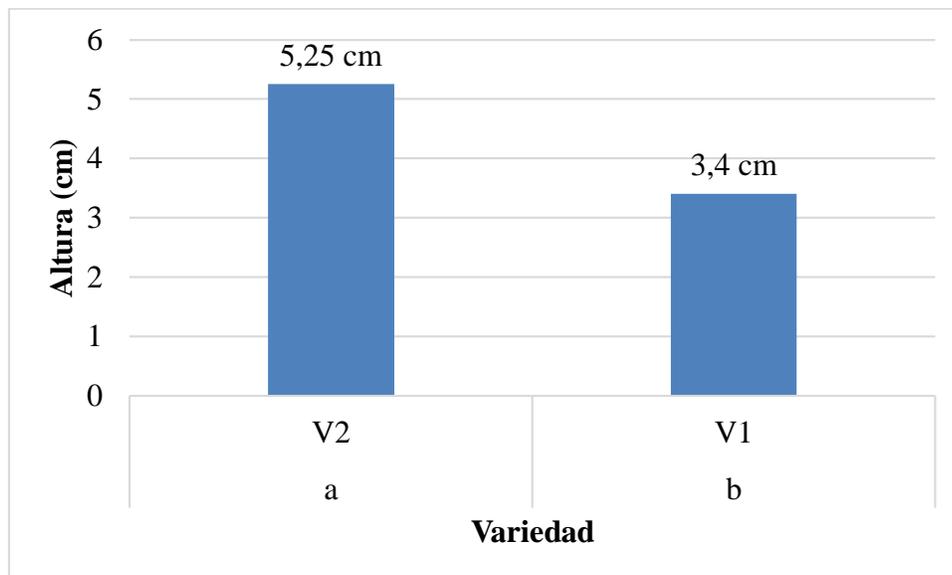
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 9 Prueba de Tukey para los Tratamientos



De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de Tukey para los tratamientos, indica que los tratamientos 2 y 4 estadísticamente son diferentes, de igual manera de determinó que los tratamientos 1 y 3 son estadísticamente iguales.

Fig. N° 10 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



La fig. N° 10 demuestra que en la prueba de comparación de medias para el factor variedad son estadísticamente diferentes, siendo la variedad 2 con mayores resultados.

3.5. Altura de Planta en cm a los 90 días

Cuadro N° 12 Altura de Planta en cm al Finalizar la Aclimatación

TRATAMIENTOS	REPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	3,9	4,3	4,1	12,3	4,1
T2	6,1	5,7	6,3	18,1	6,0
T3	3,8	3,2	3,5	10,5	3,5
T4	5,3	4,8	5,2	15,3	5,1
TOTAL	19,1	18	19,1	56,2	18,7

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 12 se puede observar que al finalizar la fase de aclimatación que los tratamientos son relativamente diferentes siendo el tratamiento 2 que obtuvo mejores resultados con una media de 6 cm, seguidamente del tratamiento 4 teniendo una altura promedio de 5,1 cm, el tratamiento 1 obtuvo una altura promedio de 4,1 cm y finalmente el tratamiento 3 obtuvo un promedio de 3,5 cm.

Cuadro N° 13 Análisis de Varianza (ANOVA) para Altura de la Planta en cm a los 90 días

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	11,80				
TRATAM.	3	11,21	3,737	58,23*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,20	0,101	0,01076896	5,14	10,9
ERROR	6	0,39	0,064			
FAC/VAR	1	9,36	9,363	145,92**	5,99	13,7
FAC/SUST	1	1,76	1,763	0,19	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,08	0,083	0,05	5,99	13,7

Fuente: (Elaboración propia)

Coefficiente de Variación: 5,41%

De acuerdo al cuadro de ANOVA se puede observar que existen diferencias significativas en los tratamientos tanto al 5% y 1%, en el factor variedad se encuentran diferencias altamente significativas también al 5% y 1%.

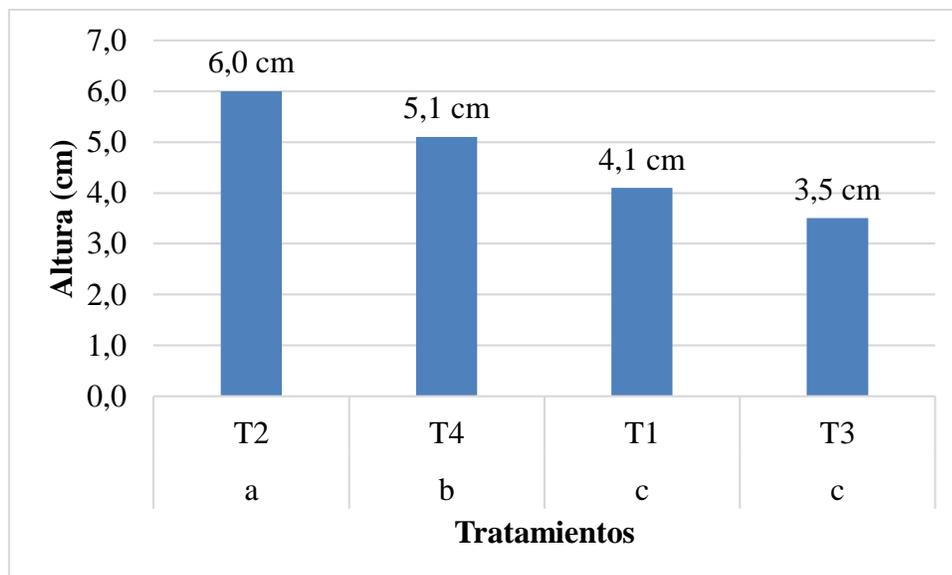
Por lo cual se procede a realizar la prueba de comparación de medias (Tukey) para así poder recomendar cuando es el mejor tratamiento a seguir en esta fase.

Cuadro N° 14 Prueba de Tukey para los Tratamientos

		CM	0,064			
		SX	0,14			
		q	4,90			
		Valor crítico	0,69			
		T2	T4	T1	T3	
		6,0	5,1	4,1	3,5	
T3	3,5	2,5*	1,6*	0,6 N.S.	0	
T1	4,1	1,9*	1*	0		
T4	5,1	0,9*	0			
T2	6,0	0				

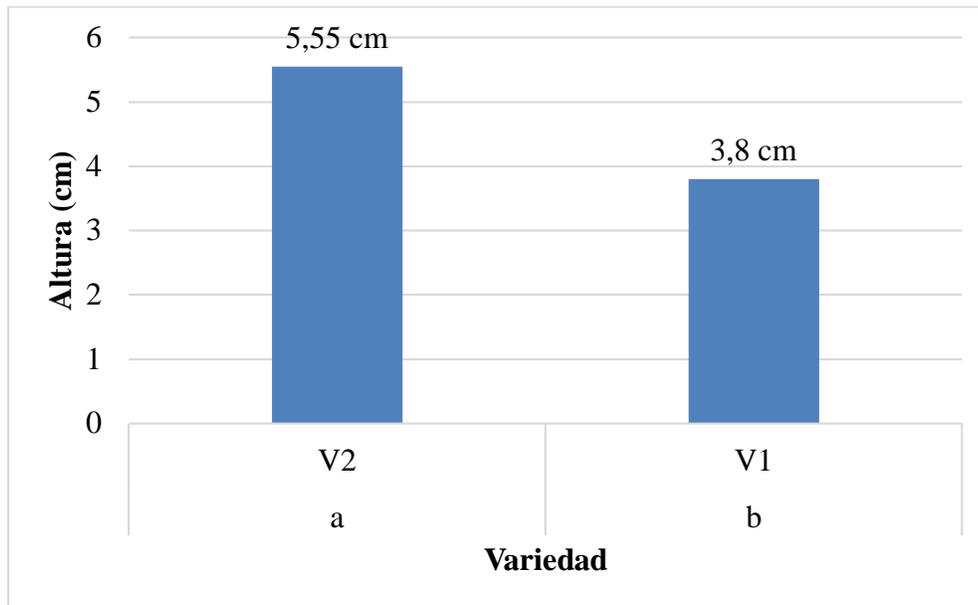
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 11 Prueba de Tukey para los Tratamientos



En la fig. N° 11 de acuerdo a la prueba realizada se observó que los tratamientos 2 y 4 son estadísticamente diferentes, mientras que los tratamientos 1 y 3 resultaron estadísticamente iguales.

Fig. N° 12 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



De acuerdo a la prueba de comparación de medias (Tukey) se demuestra que las variedades son estadísticamente diferentes, de las cuales la variedad 2 es la que posee un mayor resultado indicando que es la variedad que obtuvo un mayor desarrollo en la altura.

El tratamiento 2 presenta una buena funcionalidad en la absorción de agua y minerales, a excepción del tratamiento 3 que presentó un menor desarrollo en la variable altura, indicando que tiene un bajo efecto de absorción de agua y minerales.

Gaite (2018), indica que la mejor altura de planta se obtuvo con el tratamiento T8: F2S2D2, constituido por la fitohormona AIA (ácido indol acético), sustrato turba con perlita y dosis 2000 ppm, con una media mayor de 6,75 cm.

3.6. Número de Hojas al Inicio de la Aclimatación

Cuadro N° 15 Número de Hojas al Inicio de la Aclimatación

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	8,9	9,1	8,8	26,8	8,9
T2	9,7	10	9,6	29,3	9,8
T3	8,5	8,7	9	26,2	8,7
T4	9,8	9,4	9,7	28,9	9,6
TOTAL	36,9	37,2	37,1	111,2	37,1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro N° 15 se puede observar el tratamiento que inició la aclimatación con un mayor número de hojas fue el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix) con una media de 9,8 hojas/planta.

De igual manera el tratamiento que tuvo un bajo número de hojas fue el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) con una media de 8,7 hojas/planta.

Cuadro N° 16 Análisis de Varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	2,69				
TRATAM.	3	2,34	0,780	13,97*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,01	0,006	0,00	5,14	10,9
ERROR	6	0,33	0,056			
FAC/VAR	1	2,25	2,253	40,36**	5,99	13,7
FAC/SUST	1	0,08	0,083	0,04	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,00	0,003	0,04	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 2,56%

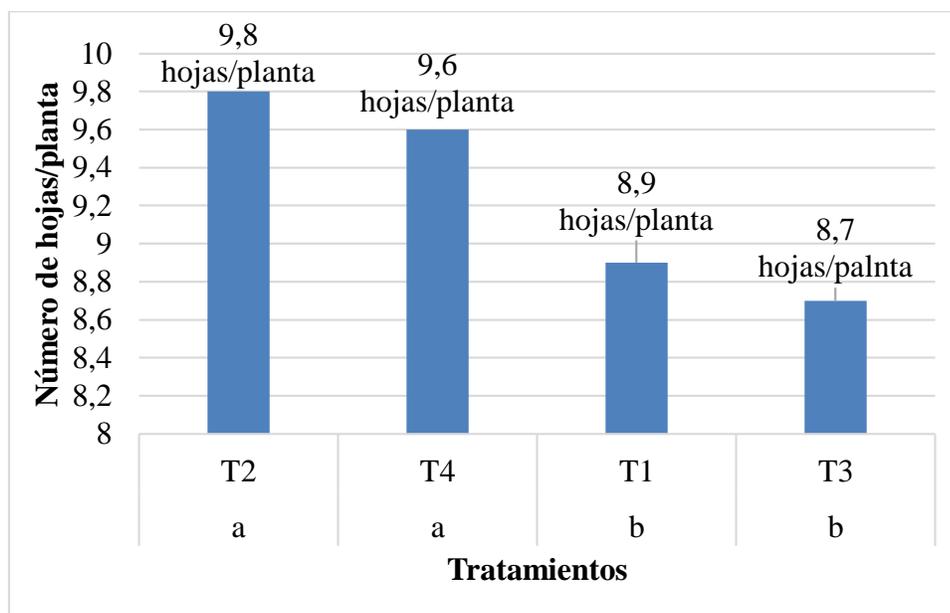
En el cuadro N° 16 se observan los resultados del análisis de varianza el cual indica que en los tratamientos existe diferencia significativa en el 5% y 1%, en el factor variedad se observó una diferencia altamente significativa por lo cual se procede a la prueba de comparación de medias (Tukey).

Cuadro N° 17 Prueba de Tukey para los Tratamientos

		CM	0,056		
		SX	0,14		
		q	4,90		
		Valor crítico	0,68		
		T2	T4	T1	T3
		9,8	9,6	8,9	8,7
T2	8,7	1,1*	0,9*	0,2 N.S	0
T1	8,9	0,9*	0,7*	0	
T3	9,6	0,2 N.S.	0		
T4	9,8	0			

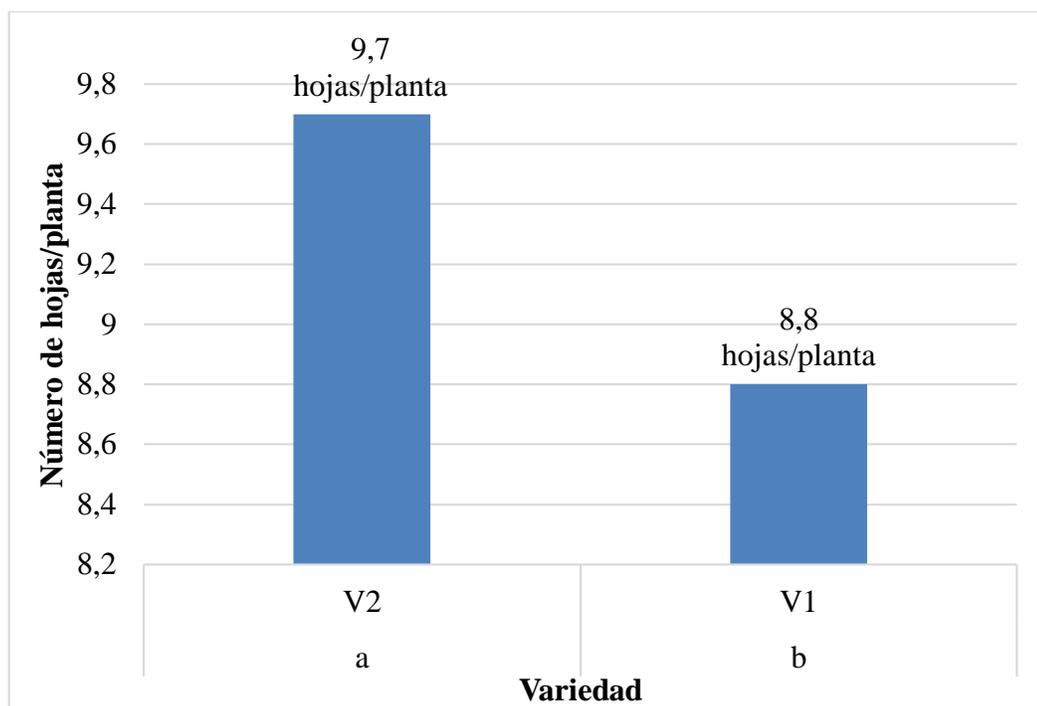
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 13 Prueba de Tukey para los Tratamientos



En la prueba de comparación de medias (Tukey) se puede observar que los tratamientos 2 y 4 no son estadísticamente diferentes entre ellos, de igual manera los tratamientos 1 y 3 son estadísticamente iguales.

Fig. N° 14 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



En la fig. N° 14 se puede observar que las variedades poseen diferencias estadísticas indicando que la variedad 2 posee un mayor porcentaje que la variedad 1.

En la fase de aclimatación las vitroplantas pasan por un cambio de ambiente en el cual pueden sufrir cambios fisiológicos como ser la pérdida de hojas por lo cual en esta fase es recomendable tener en cuenta la humedad.

3.7. Número de Hojas al Final de la Fase de Aclimatación

Cuadro N° 18 Número de Hojas al Final de la Aclimatación

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	11,7	12,1	11,9	35,7	11,9
T2	13	13,5	13,2	39,7	13,2
T3	12	11,8	12,2	36	12,0
T4	13,1	12,8	12,9	38,8	12,9
TOTAL	49,8	50,2	50,2	150,2	50,1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro N° 18 el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix9 es el que finalizó la aclimatación con el mayor promedio de hojas el cual fue de 13,2 hojas/planta, por otra parte, el tratamiento que obtuvo una menor cantidad de hojas fue el tratamiento 1(Variedad Misty, sustrato Jiffy mix) con una media de 11,9 hojas/planta.

Cuadro N° 19 Análisis de Varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	4,34				
TRATAM.	3	4,00	1,334	26,11*	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,03	0,013	0,00	5,14	10,9
ERROR	6	0,31	0,051			
FAC/VAR	1	3,85	3,853	75,39**	5,99	13,7
FAC/SUST	1	0,03	0,030	0,01	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,12	0,120	4,00	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 1,80%

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza se puede observar que existen diferencias significativas al 5% y 1% en los tratamientos, de igual manera existen diferencias altamente significativas en el factor variedad por lo cual se recurre a la prueba de comparación de medias (Tukey).

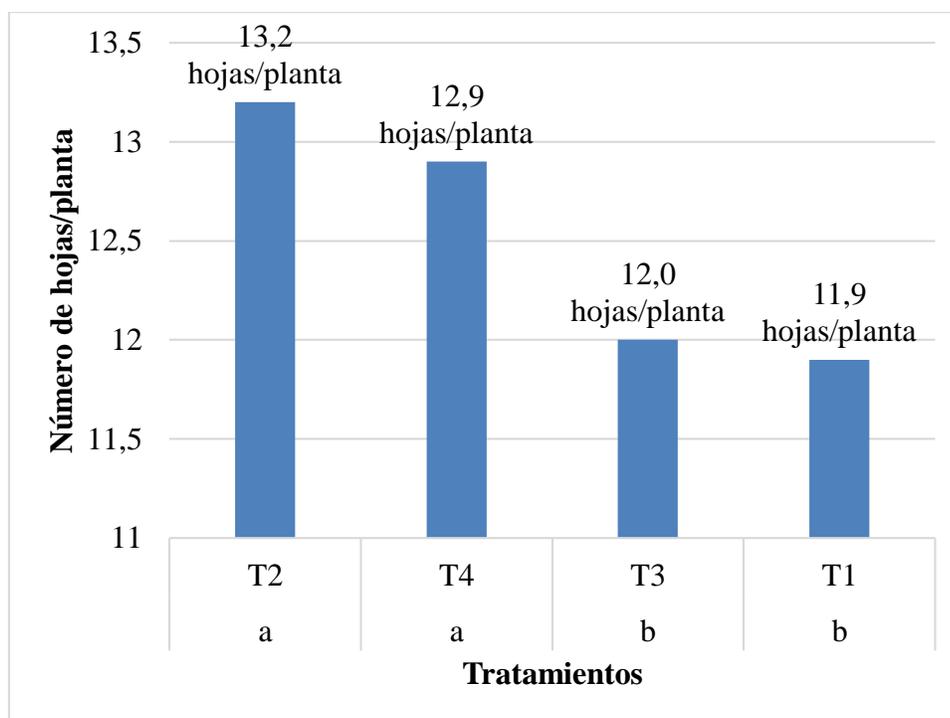
Cuadro N° 20 Prueba de Tukey para los Tratamientos

CM	0,051
SX	0,13
q	4,90
Valor crítico	0,63

		T2	T4	T3	T1
		13,2	12,9	12,0	11,9
T1	11,9	1,3*	1,0*	0,1 N.S.	0
T2	12,0	1,2*	0,9*	0	
T3	12,9	0,3 N.S	0		
T4	13,2	0			

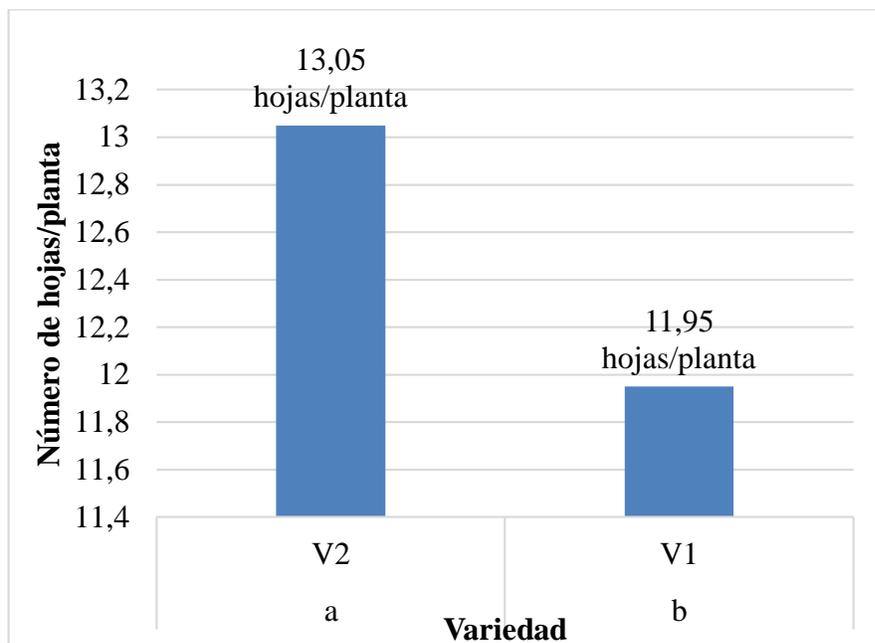
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 15 Prueba de Tukey para los Tratamientos



De acuerdo a la prueba de Tukey se pudo observar que los tratamientos 2 y 4 no presentan diferencias estadísticas entre ellos constituyéndose los mejores tratamientos referentes al número de hojas al final de la aclimatación, los tratamientos 3 y 1 son estadísticamente iguales.

Fig. N° 16 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



En la fig. N° 16 de acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey para el factor variedad se muestra estadísticamente que existen diferencias entre las variedades, siendo la variedad 2 con un mayor porcentaje de número de hojas.

Durante la aclimatación se puede presentar un periodo lento del desarrollo tanto de altura, raíces y número de hojas. Lo cual depende mayormente del riego que se le suministre a la planta.

3.8 Peso en g/Planta del Sistema Radicular en Materia Verde (MV) por Tratamiento

Cuadro N° 21 Peso en g/Planta del Sistema Radicular en MV/Tratamiento

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	0,1101	0,1008	0,1021	0,313	0,104
T2	0,1209	0,113	0,1099	0,3438	0,115
T3	0,0181	0,0104	0,0124	0,0409	0,014
T4	0,0267	0,0146	0,0191	0,0604	0,020
TOTAL	0,2758	0,2388	0,2435	0,7581	0,253

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos en el cuadro N° 20 se puede observar que el tratamiento que tuvo un mayor peso de materia verde por tratamiento fue el 2 con un peso medio de 0,115 g/planta, y el tratamiento que obtuvo un menor peso fue el tratamiento 3 con un peso medio de 0,014 g/planta.

Cuadro N° 22 Análisis de Varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	0,03				
TRATAM.	3	0,03	0,009	2739,53**	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,00	0,000	0,48	5,14	10,9
ERROR	6	0,00	0,000003			
FAC/VAR	1	0,00	0,000	66,81*	5,99	13,7
FAC/SUST	1	0,03	0,026	121,96**	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,00	0,000	0,00	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 2,75%

De acuerdo al cuadro N° 22 se puede observar que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos y factor sustrato, también existen diferencias significativas en el factor variedad por lo cual se procede a realizar la prueba de comparación de medias (Tukey).

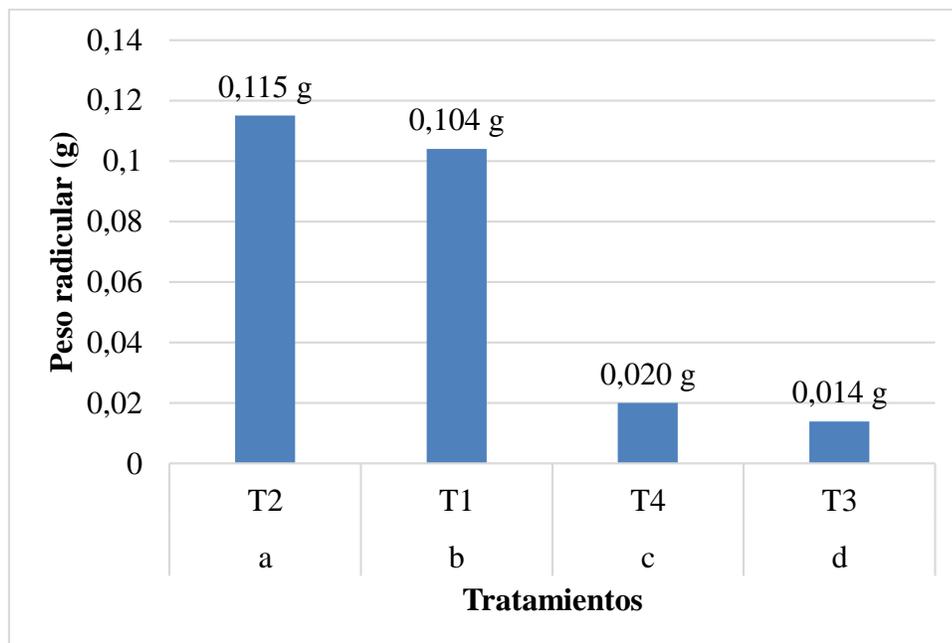
Cuadro N° 23 Prueba de Medias para los Tratamientos

CM	0,000003
SX	0,001
q	4,9
Valor crítico	0,0049

		T2	T1	T4	T3
		0,115	0,104	0,020	0,014
T3	0,014	0,101*	0,09*	0,006*	0
T4	0,020	0,095*	0,084*	0	
T1	0,104	0,011*	0		
T2	0,115	0			

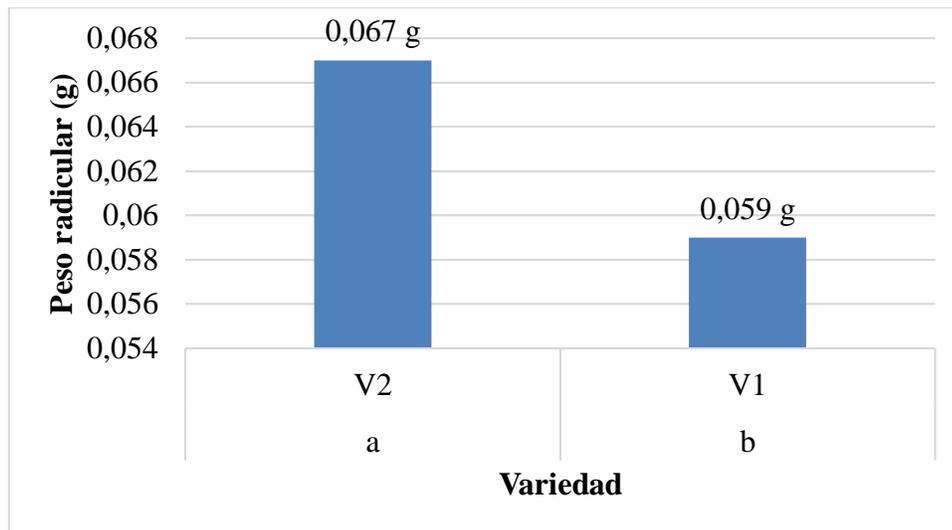
Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 17 Prueba de Tukey para los Tratamientos



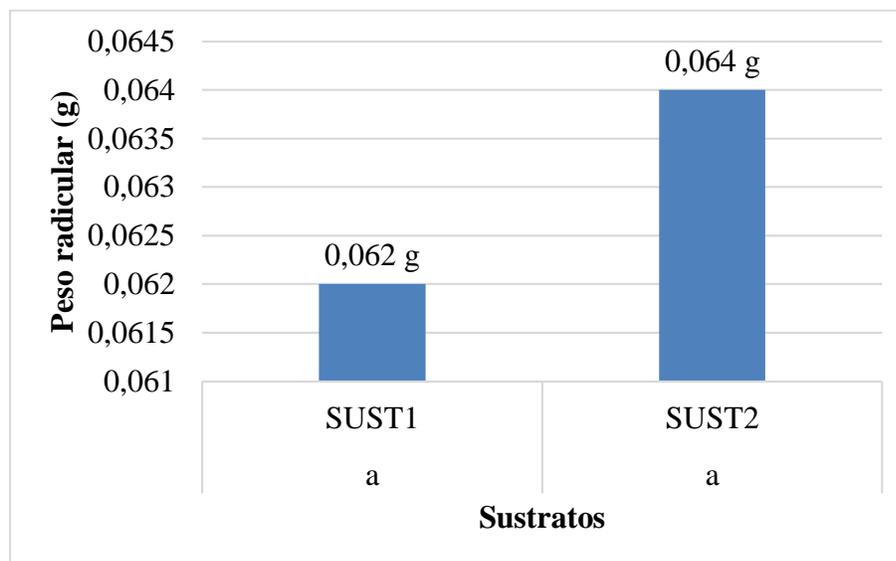
Según los datos obtenidos en la prueba de medias se puede observar que los tratamientos estadísticamente son diferentes mostrando al tratamiento 2 con un mayor peso de materia verde en el sistema radicular.

Fig. N° 18 Prueba de Tukey para el Factor Variedad



De acuerdo a la figura N° 18 se demuestra que ambas variedades estadísticamente presentan diferencias significativas, demostrando que la variedad 2 obtuvo un mayor peso en materia verde en el sistema radicular.

Fig. N° 19 Prueba de Tukey para el Factor Sustrato



Estadísticamente se demuestra que ambos sustratos son iguales.

3.9. Peso en g/Planta del Sistema Radicular en Materia Seca (M.S.) por Tratamiento

Cuadro N° 24 Peso en g/Planta del Sistema Radicular en Materia Seca/Tratamiento

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	0,0931	0,0068	0,0091	0,109	0,036
T2	0,0108	0,0072	0,0105	0,0285	0,010
T3	0,0088	0,0051	0,0029	0,0168	0,006
T4	0,0060	0,0036	0,0059	0,0155	0,005
TOTAL	0,1187	0,0227	0,0284	0,1698	0,057

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos en el tratamiento 1 es el que posee un mayor peso del sistema radicular en materia seca con un peso medio de 0,036 g/planta y el tratamiento con un menor peso radicular en materia seca fue el tratamiento 4 con un peso medio de 0,005 g/planta.

Cuadro N° 25 Análisis de Varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	0,01				
TRATAM.	3	0,00	0,0007	1,17	4,76	9,78
BLOQUES	2	0,00	0,0007	1,30	5,14	10,9
ERROR	6	0,00	0,0006			
FAC/VAR	1	0,00	0,0006	0,98	5,99	13,7
FAC/SUST	1	0,00	0,0009	1,65	5,99	13,7
VAR/SUST	1	0,00	0,0005	0,57	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coficiente de Variación: 42,97%

En el cuadro de análisis de varianza N° 25 se puede observar que no existen diferencias significativas en ninguno de los factores tomados en cuenta.

3.9.1 Porcentaje de Materia Seca del Sistema Radicular por Tratamiento

Cuadro N° 26 Porcentaje de Materia Seca por Tratamiento

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			TOTAL	MEDIA
	I	II	III		
T1	84,56	6,74	8,91	100,21	33,40
T2	8,93	6,37	9,55	24,85	8,28
T3	48,62	49,03	23,38	121,03	40,34
T4	22,47	24,66	30,89	78,02	26,01
TOTAL	164,58	86,8	72,73	324,11	108,04

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro N° 26 el tratamiento que posee un mayor porcentaje de materia seca en el sistema radicular es el 3 con un porcentaje de 40,34% y el tratamiento con un menor porcentaje de materia seca del sistema radicular fue el tratamiento 2 con 8,28%.

Cuadro N° 27 Análisis de Varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	5%	1%
TOTAL	11	6114,47				
TRATAM.	3	1711,04	570,35	1,08	4,76	9,78
BLOQUES	2	1223,68	611,84	0,52	5,14	10,9
ERROR	6	3179,75	529,96			
FAC/VAR	1	1167,62	1167,62	2,20	5,99	13,7
FAC/SUST	1	456,21	456,21	0,39	5,99	13,7
VAR/SUST	1	87,21	87,21	0,19	5,99	13,7

Fuente: Elaboración propia

Coefficiente de Variación: 21,31%

En el cuadro de ANOVA se puede observar que no existen diferencias significativas en ningún factor estudiado.

3.10. Análisis Económico

Cuadro N° 28 Análisis Económico de Aclimatación

Tratamientos	N° de plantas	Precio de venta/planta	Ingresos en Bs	Costo de producción	Beneficio en Bs	Relación B/C
T1 V1S1	144	12	1728	546,75	1181,25	2,2
T2 V2S2	140	12	1680	555,25	1124,75	2,0
T3 V1S2	90	12	1080	555,25	524,75	0,9
T4 V2S1	92	12	1104	546,75	557,25	1,0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de costo beneficio realizado durante el proceso de aclimatación, se pudo observar que existen diferencias en la utilidad obtenida, en el cual se determina que el tratamiento 1 conformado por la variedad Misty, sustrato Jiffy mix; obtuvo un mayor beneficio obteniendo un 2,2 bs de retorno. El tratamiento que alcanzó el menor beneficio fue el tratamiento 3 constituido por la variedad Misty, sustrato Growing mix teniendo un 0,9 bs de retorno.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los cálculos resultados se pudo observar que el tratamiento con un mayor porcentaje de prendimiento fue el tratamiento 1 con un 96% y el tratamiento que tuvo un menor porcentaje fue el tratamiento 3 con un 60% de prendimiento.
- En la variable de altura se observó que el tratamiento que inició con un mayor tratamiento fue el tratamiento 2 conformado por la variedad Biloxy y sustrato Growing mix con una altura media de 4,3 cm y el tratamiento con menor altura fue el tratamiento 3 con una altura media de 2,3 cm perteneciente a la variedad Misty y sustrato Growing mix.
- El tratamiento que finalizó la aclimatación con una mayor altura fue el tratamiento 2 con una altura media de 6,0 cm seguidamente del tratamiento 4 con una media de 5,1 cm ambos pertenecientes a la variedad Biloxy pero en diferentes sustratos recalcando que la variedad Misty no obtuvo un buen desarrollo en la altura, obteniendo en el tratamiento 1 una media de 4,1 cm y en el tratamiento 3 una media de 3,5 cm.
- El número de hojas en ambas variedades inició con mayor número de hojas el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix) con una media de 9,8 hojas por planta y el tratamiento con menor cantidad de hojas fue el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) con una media de 8,7 hojas por planta.
- La variable del número de hojas finalizó indicando que el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix) obtuvo el mayor número de hojas con una media de 13,2 hojas por planta y el tratamiento en el que se observó un menor número de hojas fue el tratamiento 1 (Variedad Misty, sustrato Jiffy mix) con una media de 11,9 hojas por planta.

- En el peso en g/planta de materia viva por tratamiento se concluyó que el tratamiento con un mayor peso fue el tratamiento 2 (Variedad Biloxy, sustrato Growing mix) con un peso medio de 0,115 g/planta y el que obtuvo el menor peso fue el tratamiento 3 (Variedad Misty, sustrato Growing mix) con un peso medio de 0,014 g/ planta.
- El porcentaje de materia seca del sistema radicular se observó que el tratamiento que obtuvo un mayor porcentaje fue el tratamiento 3 con un 40,34% y el que obtuvo el menor porcentaje fue el tratamiento 2 teniendo 8,28% de materia seca por tratamiento.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar en la variedad Misty el sustrato Jiffy mix debido a que es donde se obtuvo un mayor porcentaje de supervivencia y para la variedad Biloxy el sustrato Growing mix por el mismo motivo pertenecientes a los tratamientos 1 y 2.
- De acuerdo a los cálculos realizados en dicho trabajo de investigación se recomienda realizar un seguimiento después de la aclimatación, porque en esa fase también puede existir un gran porcentaje de mortandad.
- Se recomienda también usar un enraizante sintético ya que varias vitroplantas salen del laboratorio sin raíz o con un pequeño sistema radicular dado que eso puede provocar la pérdida en la fase de aclimatación.
- Se recomiendan los tratamientos 2 de la variedad Biloxy y el tratamiento 1 de la variedad Misty, considerando que fueron los que sobresalieron en el desarrollo del crecimiento durante la fase de aclimatación.