

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El Arándano es un arbusto de porte medio, perenne, generalmente caducifolio, originario del hemisferio norte, donde en su forma silvestre, crece en el sotobosque de pinos.

Su fruto es una baya, destacándose entre sus propiedades su alta concentración en vitamina C, de bajas calorías, y reconocido en el ámbito científico como un poderoso antioxidante, reductor del colesterol y protector de riesgos cardiovasculares. (Martínez S., et al 2008)

El arándano, ha tenido una rápida aceptación por parte de los consumidores de todo el mundo; es pequeño, fácil de cocinar y de larga duración, estas cualidades además de su sabor único han sido los detonantes para la producción comercial.

El arándano es un fruto que por sus propiedades es muy apreciado, goza de una gran demanda en varias regiones del mundo, particularmente en Estados Unidos y Europa, y ofrece utilidades por arriba de los que arrojan los cultivos tradicionales. (buenastareas.com 2012)

Uno de los pioneros en el cultivo de arándano en el hemisferio sur fue Chile. En este país se introdujo este cultivo hace unas décadas atrás, y luego de una etapa formal de investigación y desarrollo de diferentes variedades en las condiciones agroclimáticas propias de distintas zonas, en 1988 comenzaron con las primeras exportaciones de esta fruta. (Colina J. 2005)

La propagación de plantas de arándano puede conseguirse por semillas, por hijuelos, mediante el enraizamiento de estacas o utilizándose la técnica de micro propagación, o propagación in vitro (clonación). La propagación por semilla se realiza generalmente con fines de investigación y/o desarrollo de nuevas variedades. La propagación por estacas (aparentemente sencilla) conlleva algunas desventajas: bajo

rendimiento en el enraizamiento y propagación de enfermedades indeseables para el cultivo. La micro propagación tiene la ventaja adicional de propagar material libre de enfermedades debido a la total asepsia con la que se trabaja, pero su contra es su alto costo. (León A. 2012)

Con el financiamiento de la Prefectura del Departamento de Tarija, y bajo la administración de la Fundación para el Desarrollo de Tecnología Aplicada de los Valles (FDTA – Valles), se ha desarrollado el Proyecto de Innovación Tecnológica Aplicada (PITA) “Validación de Variedades de Arándano en los Valles de Tarija”, el cual fue ejecutado por AGRO MARCAL, esta investigación se ejecutó en 26 parcelas experimentales de aproximadamente 1000 m<sup>2</sup> cada una, que se encuentran distribuidas en 5 zonas de nuestro departamento, en la cual se trabajó con 6 variedades (Bluecrisp, Duke, Gulf Coast, Millennia, Misty y O’Neal), que fueron importados de la República de Argentina, los mismos que han sido producidos por cultivo in vitro. (Martínez S., et al 2008)

A partir de dicho proyecto, es que se conoce que de las seis variedades que se introdujeron provisionalmente en nuestro departamento tres de ellas (Misty, Bluecrisp, Gulf Coast) son las que demostraron superioridad productiva y por ello tuvieron mejores resultados hasta el momento, junto a esto hay que considerar que de todas las parcelas experimentales en el año 2011 recién se obtuvo la cosecha del segundo año de plantación, siendo que el arándano alcanza el 100 % de su producción al cuarto o quinto año.

## 1.1. Justificación

Se hace necesaria la presente investigación por distintas razones de las cuales se consideran como las más relevantes las que se mencionan a continuación; en países desarrollados han generado información sobre la propagación asexual del arándano, sin embargo, esta fue generada para variedades que de momento no se cultivan en Tarija, por lo que su utilidad es solamente parcial, es decir, sirve de base para generar la información propia, en tanto que en nuestro medio, se tiene pocas experiencias respecto a la propagación vegetativa del cultivo del arándano, o si se realizó son datos muy reservados que no fueron publicados para su respectivo conocimiento, es por ello que se decidió investigar el prendimiento de estacas de dos variedades de plantas de arándano aplicando Ácido indol-3-butírico como enraizante en distintas concentraciones, para de esta manera poder observar cuál de todos los tratamientos que se vaya a llevar a cabo es el mejor, considerando aquel que tenga mejor prendimiento y por consiguiente mejores resultados y así de este modo poder recomendar esta alternativa de producción de plantas, ya que la ausencia de protocolos viables para su propagación dificulta la introducción de esta especie en cultivo.

Debido a que ciertas variedades brindaron resultados positivos hasta el momento en sus primeros años de producción es que se genera una demanda en nuestro medio cuya demanda no es cubierta en ninguna medida ya que en la actualidad no existe un proveedor de plantines de Arándano en nuestra región.

Lo expresado anteriormente plantea un importante desafío puesto que existe una demanda considerable para un protocolo de propagación de Arándano que sea rápido, efectivo, simple y accesible para los pequeños productores, aunque no se conocen las condiciones óptimas de su propagación asexual, incluyendo los sustratos, condiciones de iluminación y tratamientos con sustancias enraizadoras. La presente investigación pretende realizar una primera aproximación para determinar la viabilidad y enraizamiento de estacas de Arándano al tratarlas con IBA (Ácido indol-3-butírico)

como enraizante, en un tipo de sustrato determinado bajo condiciones semi-controladas, además de aportar conocimientos técnicos a todos aquellos que tengan interés en multiplicar plantines de la mencionada especie.

Desde hace algunos años se encuentra disponible en nuestro medio diversos productos que son enteramente utilizados para la propagación asexual de plantas como son Rootone, Nafusaku para los viveristas y demás personas que son dedicadas a este rubro de la propagación de plantas, dichos productos en comparación con él IBA son notorias las diferencias que existen entre ambos desde el punto de vista económico hasta el ingrediente activo de los productos, puesto que si bien ambos pertenecen al grupo de las axinas son diferentes una de las otras ya que Rootone y Nafusaku tienen como ingrediente activo el Ácido Naftalen Acético (ANA), mientras que él IBA utilizado en la presente investigación es Ácido Indol-3-Butírico puro. Con la finalidad de obtener mayores antecedentes en relación al uso del mencionado ácido en estacas de Arándano como producto enraizante, se estableció la presente investigación que es orientada a evaluar su efecto sobre el enraizamiento en las estacas.

A este punto se suma el hecho de que en la actualidad existe muy poca investigación sobre el cultivo del arándano en nuestro medio y aún hay menos información respecto a métodos de propagación del mismo.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar el prendimiento de estacas de dos variedades de arándano, utilizando el ácido indol-3-butirico en diferentes concentraciones como enraizante

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar la respuesta de estacas de dos variedades de Arándano, a través de la medición del enraizamiento de las estacas.
- Evaluar la eficiencia de cada una de las concentraciones de Ácido indol-3-butirico ( 0 mg/lt; 500 mg/lt; 1000 mg/lt; 1500 mg/lt ), en el Arándano
- Evaluar la respuesta a la interacción entre variedades y concentraciones, en las condiciones de la investigación

## **1.3. Hipótesis**

Ho: Las estacas de arándano tienen igual respuesta en cuanto a la emisión de raíces ante el uso de distintas concentraciones de ácido indol-3-butirico al utilizarlo a este como agente enraizante.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **2.1. Origen**

El blueberry, arándano o mirtillo es un frutal perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas, originario del Hemisferio Norte, durante décadas los habitantes de esta zona del planeta se acostumbraron a degustar los arándanos directamente de las plantas silvestres que crecían en los diferentes bosques de la región. De esta manera con el tiempo se creó una fuerte tradición de consumo de esta fruta en las más diversas preparaciones. Todavía hoy la mayor parte del arándano que se consume en el planeta es de origen silvestre. Los arándanos son 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. Todos los cultivares obtenidos hasta la actualidad se han desarrollado a partir de formas silvestres. (García J., et al 2011)

#### **2.2. Importancia del cultivo**

El arándano, es un frutal que en los últimos años ha logrado posicionarse como un fruto de importancia. Ha contribuido a este desarrollo por lo menos, dos grandes fuerzas. Por una parte las características nutricionales del fruto, rico en vitaminas, minerales, bajas calorías y recientemente descubierta su alta proporción de antioxidantes, todo lo cual le hacen un fruto apetecible, dado los nuevos gustos de los consumidores, de preferir alimentos “sanos” y que contribuyan a una mejor salud. Esta imagen de producto “sano” se potencia con la alta proporción de la producción mundial que es generada por frutales en estado silvestre. En resumen, las características propias del fruto es una fuerza importante que explicaría su expansión en el mercado mundial (Cerde, 2004 citado por Rodríguez E.).

**Cuadro N°1. Valor nutricional de una porción de 142 gramos de arándano fresco**

<b>Concepto</b>	<b>Contenido</b>	<b>Concepto</b>	<b>Contenido</b>
Calorías	100.00 cal	Zinc	0.16 mg
Proteínas	0.97 g	Cobre	0.09 mg
Grasas	1.00 g	Manganeso	0.41 mg
Carbohidratos	20.50 g	Vitamina C	18.90 mg
Fibra	3.00 g	Tiamina	0.07 mg
Calcio	9.00 mg	Riboflavina	0.07 mg
Hierro	0.24 mg	Niacina	0.52 mg
Magnesio	7.00 mg	Ac. Pantoténico	0.13 mg
Fósforo	15.00 mg	Vitamina B6	0.05 mg
Potasio	129.00 mg	Folato	9.30 mg
Sodio	9.00 mg	Vitamina A	145.00 UI

Fuente: Food and Drug Administration de los Estados Unidos, 2009; citado por Soria A, 2009.

### **2.3. Clasificación botánica**

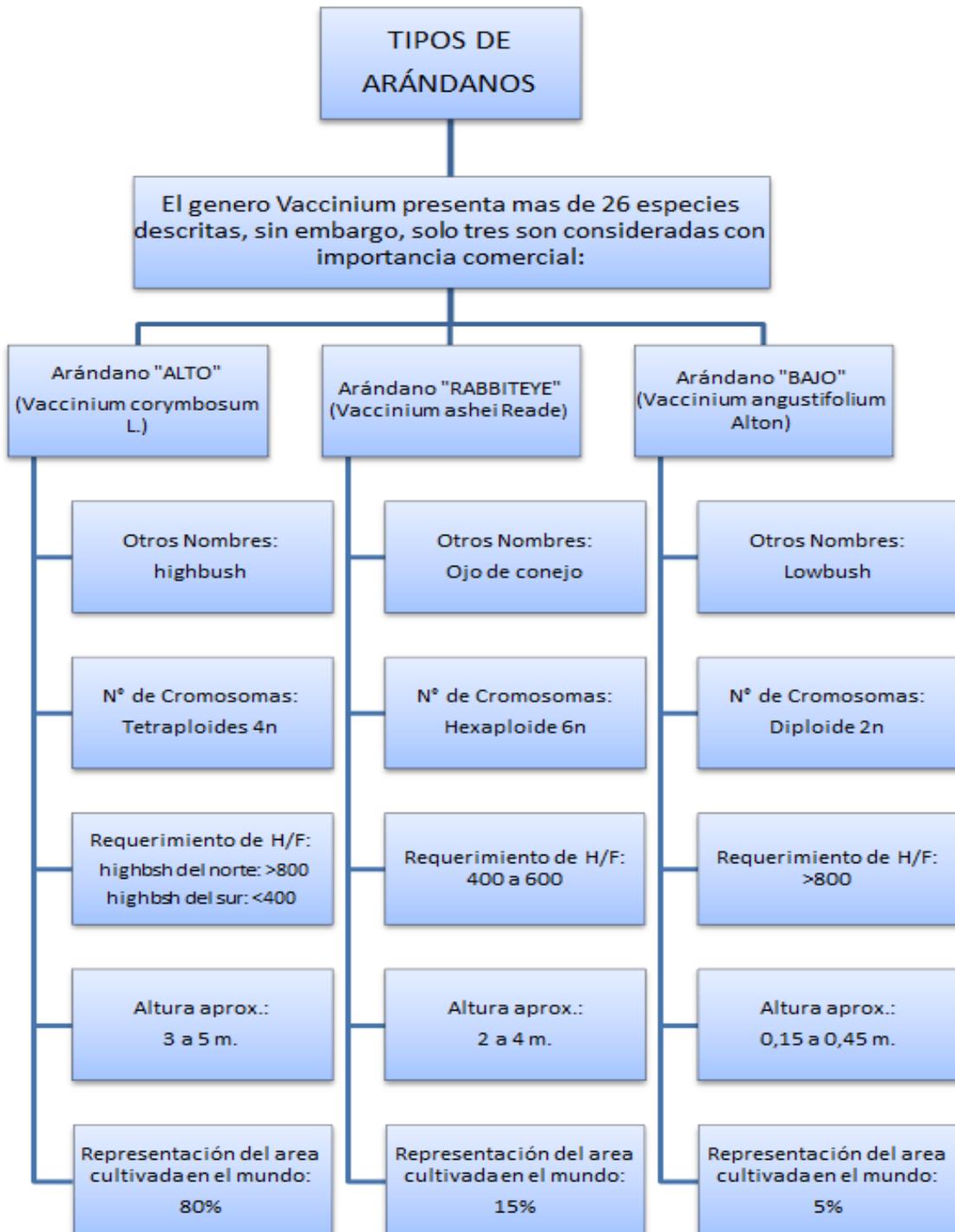
De acuerdo a Gough, 1994; citado por Escalera J, 2004, la clasificación taxonómica del arándano es la siguiente:

Reino: Vegetal  
 División: Spermatophyta  
 Clase: Angiospermae  
 Sub Clase: Dicotyledóneae  
 Orden: Ericales  
 Familia: Ericaceae  
 Sub Familia: Vacciniaceae  
 Género: Vaccinium  
 Sub género: cyanococcus  
 Especie: corymbosum

Nombre Científico: *Vaccinium corymbosum L.*

N. Común: Arándano (En inglés: Blueberry)

## 2.4. Tipos de arándano



Fuente: elaboración propia basada en bibliografías citadas por; Rodrigues E; Contreras M, 2010; Garcia J., et al 2011; Soria A., 2009

## **2.5. Características botánicas**

El nombre científico del Arándano es *Vaccinium corymbosum L.*, pertenece a la familia Ericaceae. Son arbustos erectos o rastreros, su altura varía según la especie (0,3 a 7,0 m), hojas alternas, caducas o perennes, y de gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos. (García J., et al 2011)

A su vez existe quien manifiesta que las plantas varían en altura desde 1.5 hasta 7.0 m; pero las formas cultivadas no rebasan los 2.5 m (Gough, 1994; citado por Soria A., 2009)

### **2.5.1. Raíz**

Las raíces de los arándanos tienen un aspecto fibroso y se distribuyen superficialmente (situándose el 80% en los primeros 40 cm), lo que las vuelve dependientes de una provisión constante de humedad. En condiciones naturales las raíces están asociadas con hongos micorrizas específicos, con los cuales mantienen una relación de mutuo beneficio (simbiótica) (gestiopolis.com), muy importante es la desventaja de no contar con pelos radicales, por lo que, las raíces más jóvenes son las encargadas de la absorción. Esta situación genera una capacidad de absorción mucho menor comparado con otras especies (Buzeta, 1997; citado por Saavedra C, 2008).

### **2.5.2. Tallo**

El arándano forma un arbusto compuesto de muchos brotes que surgen a partir de yemas situadas en la corona de la planta. La corona es la zona de transición entre los sistemas vasculares morfológicamente distintos de la raíz y brote y, por lo tanto, muestra algunas de las características intermedias en la estructura. Se desarrolla a partir de la región de hipocótilo de la plántula, es decir a partir de la parte superior de la corona a partir de yemas formadas la temporada anterior (Gough Robert E, 1991)

### **2.5.3. Hoja**

Simples, alternas, cortamente pediceladas, forma elíptico-lanceolada u ovalada, variando de 1 a 8 cm de longitud, caducas, de un color verde pálido a muy intenso y en otoño desarrollan una pigmentación rojiza según cultivares, ligeramente dentadas y finamente nervadas por el envés; los estomas, en densidades de 300 por mm<sup>2</sup>, solamente se presentan en el envés de las hojas. (Soria A., 2009)

Las hojas empiezan como primordios en forma de cúpula o de chichón en el meristemo apical del tallo e inicialmente crecen en forma casi cilíndrica. Pasado un corto tiempo se desarrollan meristemos laterales que crecen hacia los lados dando a la hoja su forma laminar. (Bidwell R. 1987)

### **2.5.4. Flor**

Axilares o terminales, en racimos de 6 a 10 en cada yema, sépalos persistentes, corola acampanada blanca con tonos rosas en algunos cultivares, 4-5 pétalos fusionados, 8 a 10 estambres con anteras aristadas o no, prolongadas en tubos terminales con 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. (García J., et al 2011)

### **2.5.5. Fruto**

Es una baya casi esférica, que dependiendo de la especie y cultivar puede variar en tamaño de 0,7-1,8 cm de diámetro y posee un color azul metálico. Contiene 5 lóculos que son delineados por una pared de células simples, lo que constituye el endocarpo. Las semillas perfectas tienden a agruparse en la parte superior del eje del lóculo, con las semillas imperfectas ocupando la porción basal de éste, sugiriendo que el número de tubos polínicos puede ser insuficiente para fertilizar todos los óvulos (Contreras M., 2010).

### **2.5.6. Polinización**

La polinización es entomófila, realizada fundamentalmente por abejas silvestres. Debido a que la mayoría de los arándanos requieren polinización cruzada para tener altos rendimientos y calidad en la fruta, es necesario 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. (Martínez S., et al 2008), A su vez Fachinello J. manifiesta que existen cultivares que son auto-fértiles y no requieren de la polinización cruzada.

## **2.6. Exigencias en clima, suelo y agua**

### **2.6.1. Clima**

Necesita un periodo de frío en invierno que le permita sobreponerse al estado de reposo. Este periodo se cuantifica en horas de frío —nº de horas por debajo de 7° C (h/f) — y es diferente para cada variedad. Este indicador se emplea más para seleccionar las variedades que mejor se adaptarán a una zona concreta que para determinar si un área es apta o no para el cultivo. Respecto a las temperaturas máximas y mínimas, estas plantas pueden soportar fríos muy intensos, hasta -30° C, por el contrario temperaturas superiores a 30° C pueden causar daños en los frutos. Las heladas tardías, pueden ser perjudiciales para la producción si se dan cuando ya ha comenzado la floración. El viento, afecta especialmente en los primeros años de la plantación, haciendo necesario el empleo barreras cortaviento. (Carrera J, 2012)

### **2.6.2. Suelo**

A diferencia de otras especies, los arándanos prefieren suelos ácidos (pH 4,0 a 5,2) con un alto contenido de materia orgánica (por encima de 5%), buena retención de humedad y buen drenaje, así lo menciona Fachinello J., si el pH fuera menor a 4 se deberá realizar una enmienda de caliza, o encalado, para ajustarlo a los niveles óptimos, aportando aproximadamente 1.000 kg/ha de cal viva (Ca O) o apagada (Ca (OH)<sub>2</sub>) para elevar 1 unidad de pH. Estas cales se consideran productos de actuación rápida, pues prácticamente en un mes reaccionan con el suelo y realizan su acción neutralizante, por el contrario, si el valor de pH es mayor a 6, además de utilizar abonos de reacción ácida (sulfato amónico, sulfato potásico, etc.) es aconsejable aplicar alguna enmienda como el azufre. Se recomienda una dosis, que puede oscilar entre 1.000 y 1.500 kg/ha para bajar un punto por año, no siendo aconsejable disminuir más de un punto anualmente. La aplicación se realiza por lo menos 6 meses antes de establecer la plantación, incorporándose en los primeros 15-20 cm de suelo. (García J., et al 2011), a su vez Cutz A. dentro de su investigación menciona que el pH del suelo que el arándano requiere es de alrededor de 3.8 a 5.8, o incluso hasta seis si las demás condiciones son óptimas, con un óptimo de 4.4.

### **2.6.3. Agua**

Los arándanos son muy sensibles a las sales solubles y a los excesos de sodio, calcio, boro y cloro. idealmente debe ser de reacción acida, 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. De modo que el agua debe ser tratada adecuadamente antes de poder utilizarla en el riego en los casos en los que presente problemas de salinidad, o en los que el agua proceda de la red de distribución y haya sido sometida a procesos químicos. (Carrera J, 2012)

## **2.7. Técnicas de cultivo**

### **2.7.1. Preparación de suelos**

Martínez S, et al 2008, manifiesta que la preparación del suelo tiene importancia en el buen desarrollo del cultivo. Previamente, es conveniente realizar un análisis de suelo que permita, determinar su pH y realizar alguna enmienda si es necesario; además de corregir las posibles deficiencias de nutrientes. Dos aspectos fundamentales se deben tener en cuenta para la preparación de suelos, substratos y camellones:

- El hábitat natural – silvestre de las plantas de Arándano (sotobosque de pinos, alta humedad, suelo suelto, rico en materia orgánica, pH de 4.5 a 5.0, etc.)
- El cultivo es proyectado para al menos 20 años, por lo que la preparación del suelo debe prevverse para esa larga vida útil de trabajo.

### **2.7.2. Selección de variedades**

La elección de variedades depende del tipo de arándano, su adaptación en la zona, la acumulación de horas frío que requiera, el tipo de mercado y el método de cosecha. El mercado para el cual la fruta va a ser destinada es muy importante para la selección de la variedad. Con los productores donde su mercado es local necesitan escoger dos o más variedades que produzcan fruta a lo largo de la temporada. Quienes planean realizar ventas por mayoreo, necesitan dos o más variedades con una temprana madurez. (Spiers y Heywood, 1985: citado por Escalera J., 2004).

#### **2.7.2.1. Variedades existentes en nuestro Departamento**

De momento en nuestra región, hablando específicamente del departamento de Tarija, es que se cuenta con 6 variedades de las que se tienen conocimiento público que son las siguientes; Bluecrisp, Duke, Gulf Coast, Millennia, Misty y O’Neal, cuyas variedades pertenecen al grupo de las Southern Highbush, a excepción de la variedad

Duke que es del grupo Northern Highbush, a su vez cabe recalcar que de las 6 variedades mencionadas, tanto O'Neal así como también Bluecrisp son consideradas buenas polinizadoras, aspecto que es recomendado a la hora implantar el cultivo. Una de las personas impulsadoras del cultivo de Arándano en Tarija es el Ing. Sergio Martinez, él mismo posee las 6 variedades anteriormente mencionadas, quien cuenta con su parcela experimental ubicada en la comunidad de Turumayo desde octubre de la gestión 2008, por lo que posee una gran experiencia en el cultivo de arándano en Tarija.

### **2.7.3. Plantación**

Para la producción de fruto en fresco la densidad de la plantación empleada debe estar entre 3.000-4.000 plantas/ha. Esto se consigue con una separación entre plantas de 0,80 a 1,00 m en función de la variedad empleada, y un espaciamiento entre líneas de 2,50 a 3,50 m. En parcelas grandes será necesario que la maquinaria agrícola pueda circular por las calles por lo que la distancia entre líneas será al menos de 3,00 m y se deberán acondicionar zonas de giro al final de las mismas, el descenso en la producción que provocará la disminución de la densidad de plantación se verá compensado con creces por el aumento en los rendimientos de los trabajos de cosecha y mantenimiento. Por el contrario, en parcelas pequeñas donde todos los trabajos se puedan realizar a mano se tratará de aprovechar al máximo el espacio, para lo que se dejará una separación entre líneas de plantación de 2,50 m. (Carrera J, 2012)

### **2.7.4. Acolchado**

El acolchado, o mulching, consiste en cubrir el suelo de la línea de plantación con materiales orgánicos (corteza de pino, paja, aserrín, etc.) o materiales sintéticos (plástico, malla anti hierbas, etc.), para evitar las malezas y mantener la humedad en la zona radicular. Ayuda a reducir la frecuencia de riego, además de proteger a las

jóvenes raíces de la excesiva evaporación del agua durante los días calurosos. Su colocación es, por ello, imprescindible en caso de ausencia de riego.

El acolchado de origen orgánico tiene la ventaja de aportar materia orgánica y mejorar la estructura, pero tiene una duración muy corta (4-5 años). Al contrario, la malla anti hierba tiene una duración de 10-15 años y cumple mejor la principal función del acolchado, que es evitar el crecimiento de la hierba en la línea.

Aplicar al menos 6 pulgadas (15 cm) de material de acolchado orgánico, recortes secos de hierba, musgo de turba, cáscaras de trigo, hojas trituradas, paja, virutas de madera y aserrín son adecuados, heno de leguminosas a veces resulta perjudicial para la planta de arándano, estimulando el crecimiento a finales de la temporada de producción de fruta (Gough Robert E. 1991)

#### **2.7.5. Riego**

Esta especie es sensible a la sequía, sobre todo en la fase juvenil, ya que sus raíces carecen de pelos absorbentes siendo muy propensas a deshidratarse. Por ello, es necesario mantener un nivel adecuado de humedad.

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. En plantaciones adultas, las mayores necesidades de agua se centran en la época de engrosamiento y maduración del fruto. Es importante realizar un análisis de la calidad del agua de riego, ya que el arándano no tolera bien la salinidad, ni los excesos de calcio, boro o cloro. Las aplicaciones de riego deben mantener húmedos los primeros 15 a 20 cm del suelo, ya que es donde se encuentran la mayor parte de las raíces. (García J., et al 2011)

#### **2.7.6. Fertilización**

Como se indicó, los arándanos se cultivan en suelos ácidos en los que muchos nutrientes se encuentran en niveles bajos. Generalmente, estos arbustos tienen bajos requerimientos en fertilizantes siendo además, bastante sensibles a contenidos altos

en sales. Debido a estas necesidades nutricionales poco comunes, muchas prácticas de fertilización habituales en frutales no son apropiadas para los arándanos.

Un análisis foliar es más útil que el del suelo. El primero permite verificar el programa de fertilización establecido, y se recomienda realizarlo cada 2-3 años. El análisis del suelo puede realizarse cada 3-4 años para comprobar cambios del pH del suelo, y de nutrientes como Fósforo, Potasio, Calcio o Magnesio. Para un campo en producción, la dosis de abonado puede estar en torno a 90 N, 45 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 K<sub>2</sub>O y 25 MgO unidades de fertilizante/ha. (García J., et al 2011)

### **2.7.7. Poda**

Desde la plantación hasta la primer cosecha, la poda debe centrarse en eliminar ramas finas laterales, evitando que la planta gaste energía en el desarrollo de flores cuyo fruto no tendrá interés comercial, enfocando su esfuerzo al crecimiento de sus raíces.

Anualmente la planta origina ramas nuevas de las cuales se producirán crecimientos laterales al año siguiente y así sucesivamente, esto genera un envejecimiento de las ramas que conlleva que a los 4-5 años la fruta producida sea de menor calidad. Entre las funciones de la poda, es mantener la planta en estado juvenil, que tenga ramas que no sufran mermas en la calidad del fruto, por eso hay que mantener la planta con 8-9 ramas principales, de 1 a 4-5 años de edad. Otra función es controlar el tamaño y forma de las plantas para mejorar la cosecha y los rendimientos (Carrera J, 2012)

### **2.7.8. Cortinas forestales o cortavientos**

Los vientos fuertes son perjudiciales para el cultivo, por lo que es de gran utilidad realizar plantaciones forestales alrededor de la parcela como cortinas rompe vientos.

El viento excesivo destruye follaje y ramas, afecta con la caída de flores y frutos, además que interfiere la labor de los insectos polinizadores. Cabe aclarar que una cortina forestal protege eficazmente hasta 10 veces su altura en sentido horizontal. (Martínez S., et al 2008)

## 2.8. Ciclo del cultivo del arándano

A continuación se describe el ciclo del cultivo de arándano, tanto del arándano alto (“Highbush”) como el arándano tipo ojo de conejo (“Rabbiteye”)

**Cuadro N°2 Ciclo del cultivo del arándano**

1 a 2 años	Crecimiento y desarrollo
3 a 4 años	Primeras cosechas
7 años	Estabilización de la cosecha
8 a 30 años	Adulto productivo
90 días	Periodo de floración variedad tipo Highbush
90 a 120 días	Periodo de floración variedad tipo "ojo de conejo" ("Rabbieteye")

Fuente AGEXPRONT (2001); citado por Cutz A, 2004

## 2.9. Métodos de propagación

La propagación de arándanos se realiza, en general, mediante el enraizamiento de estacas, pudiendo usarse estacas herbáceas y leñosas. También puede multiplicarse in vitro. En Chile se han probado todos estos sistemas, teniendo mayor éxito, hasta ahora, con la multiplicación in vitro debido al poco material existente y al poco enraizamiento que han presentado cuando se utilizan estacas (Muñoz, 1988; citado por Saavedra C. 2008).

La propagación de plantas de arándano puede conseguirse por semillas, por hijuelos, mediante el enraizamiento de estacas o utilizándose la técnica de micro propagación.

### 2.9.1. Reproducción sexual

La reproducción sexual es aquella en cuyo proceso se produce el apareamiento de dos células (gametos), una masculina y otra femenina, que funden finalmente sus núcleos. Los mecanismos de reproducción sexual más especializados los encontramos en las plantas fanerógamas (con flores y semillas), y dentro de estas en las angiospermas (con semillas encerradas en hojas modificadas llamadas carpelos).

En las flores de las plantas se encuentran los órganos reproductores sexuales. Se distinguen algunas características respecto a estos órganos que es interesante conocer, como plantas monoicas y dioicas:

Una planta es monoica cuando contienen órganos sexuales femeninos y masculinos en el mismo ejemplar. Si de esos órganos, los femeninos están separados de los masculinos en flores individuales, se dice que es una planta monoica unisexual; y si los órganos tanto femeninos como masculinos están contenidos dentro de una misma flor, se dice que es una planta monoica hermafrodita. Las plantas monoicas hermafroditas constituyen la mayor parte de las plantas superiores. Una planta es dioica (en griego significa “dos hogares”) cuando las flores masculinas y femeninas no están en la misma planta. (Noboa V., 2012)

Prácticamente la reproducción sexual consiste en la obtención de individuos a partir de la germinación de la semilla. Después de la germinación el meristemo de la raíz del embrión se activa y crece rápidamente, iniciándose el desarrollo de la raíz primaria. Posteriormente el meristemo principal de la parte aérea de la planta empieza a crecer. En algunas plantas los cotiledones son arrastrados hacia arriba al crecer el hipocótilo; en otras, aquellos quedan bajo tierra y solamente el epicótilo crece sobre el suelo. (Bidwell R., 1987)

### **2.9.2. Reproducción asexual o vegetativa**

La reproducción asexual consiste en la obtención de una planta nueva a partir de un órgano vegetal o parte de éste, tallo, hoja, raíz, un fragmento de tejido o una célula.

Esta reproducción implica que las plantas obtenidas serán idénticas a la planta madre y se logra mediante métodos convencionales o no convencionales.

Esta propagación es posible porque la división celular (mitosis) ocurre durante el crecimiento y regeneración. La mitosis se caracteriza porque los cromosomas individuales se dividen longitudinalmente en partes idénticas y cada una de esas partes pasa a una de las dos células hijas y da como resultado que en cada una de las

células hijas se dupliqué en forma exacta el sistema cromosómico de las células individuales.

La mitosis ocurre en áreas específicas de las plantas para producir el crecimiento, ocurre en los ápices de los tallos y de las raíces, el cambium y las zonas intercalares. También ocurre la mitosis cuando se forma callo en una parte herida de la planta, el callo consiste en células nuevas que proliferan las superficies cortadas como respuesta a una herida. Cuando los puntos nuevos de crecimiento se inician en la raíz o el tallo se les llama raíces adventicias o tallos adventicios.

La propagación asexual consiste en la obtención de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas y puede realizarse por: estacas, esquejes, hijuelos y acodos. (Noboa V., 2012)

#### **2.9.2.1. Propagación por estaca**

La propagación por estacas pareciera ser fácil, pero en la práctica tiene una serie de dificultades, que se traducen en un bajo rendimiento en el enraizamiento o en la propagación de enfermedades indeseables para el cultivo. En general las especies ojo de conejo son más fáciles de enraizar que las de arándano alto (Muñoz, 1988; citado por Saavedra C. 2008).

Los tipos de estacas más comunes son:

##### **a. Estacas de tallo**

Se obtienen de segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales capaces de formar plantas independientes, los tipos más importantes son:

##### **1) Estacas de madera suave**

Son fragmentos verdes y blandos; se obtienen durante primavera-verano cuando hay crecimiento vegetativo.

## **2) Estacas de madera semidura**

Son fragmentos semiflexibles que contienen hormonas que favorecen el desarrollo de raíces.

## **3) Estacas de madera dura**

Son fragmentos de consistencia leñosa recomendables para propagar especies de lento crecimiento.

### **b. Estacas herbáceas o esquejes**

Son fragmentos de tallos y hojas jóvenes que se injertan o se entierran para que nazca una nueva planta como en crasuláceas y cactáceas, los más comunes son:

#### **1) Estacas de hoja**

Son hojas que tienen en su base (pecíolo) capacidad de formar raíces adventicias y un tallo. Eventualmente, colocadas en medio apropiado, se obtendrá una nueva planta.

#### **2) Estacas de hoja con yema axilar**

Consiste en una hoja, un pecíolo y una corta porción de tallo que lleva una yema axilar, que al ser colocada en un sustrato adecuado genera una nueva planta.

#### **3) Estacas de raíz**

Son fragmentos de la raíz que se plantan siguiendo la polaridad natural de los mismos. La longitud de las estacas varía, lo importante es que deben tener varias yemas (>3) para que cuando se les plante puedan brotar por sí mismas. El corte puede hacerse con tijeras con una distancia del primer entrenudo del 20% de la longitud total de la estaca. Se deben aplicar hormonas enraizantes, el mantenimiento del sustrato debe ser húmedo. (Noboa V., 2012).

De acuerdo a la mencionada clasificación del tipo de estacas, en el presente trabajo de investigación se utilizara estacas de tallo que serán de madera suave debido a que según bibliografías se indica que están son las más recomendables.

### **2.9.2.2. Ventajas e inconvenientes de la propagación por estaca:**

Calderón, 1990; citado por Gárate M. (2010), menciona dentro de las ventajas de la propagación por estacas los siguientes:

1. Simplicidad del procedimiento.
2. Absoluta homogeneidad en todos los árboles obtenidos.
3. Obtención de un gran número de árboles a partir de una sola planta madre.
4. Cultivos más cortos debido a la rapidez de esta técnica.
5. Ausencia de problemas de incompatibilidad entre dos partes vegetativas.
6. Perfecta conservación de las características clonales.
7. Necesidad de poco espacio.
8. Se evita la dependencia hacia el uso de semillas.
9. Es posible lograr un control preciso del parentesco.

El mismo autor indica que dentro de los inconvenientes podemos mencionar:

1. Imposibilidad de una resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables.
2. Reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades.
3. Producción limitada del material madre.
4. Riesgos de plagas y enfermedades, parcialmente peligroso para el clon.

### **2.10. El sustrato en el medio de propagación**

Se define sustrato todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclada, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno (Abad, 1993; Burés, 1997; Pastor, 1999; citado por Saavedra C, 2008).

Rodríguez Marcelo menciona que un sustrato recomendable para la propagación de esquejes de arándano es utilizar turba magallánica con perlita, de esta manera se le da al sustrato condiciones químicas y físicas adecuadas para la promoción de raíces adventicias. En las camas calientes de invierno se utiliza la turba mezclada con perlita en proporción 4:1 y en las camas calientes de verano se usa una relación de 2:1, ya que en estas últimas hay una mayor frecuencia de riego.

Una de las características que afectan la porosidad y aireación de los sustratos es el tamaño y forma de los tipos de partículas que lo componen, así como también, la uniformidad de las mezclas. Por esto, en el caso particular del arándano, se deben evitar sustratos extremadamente finos y tender al uso de sustratos orgánicos como la turba o corteza de pino molida con martillo de molino, así como mezclas de arena homogéneas que no contengan tamaños finos y gruesos que en combinación generan mezclas duras (Soto, 1993, citado por Rodríguez Eduardo).

Gough Robert E. 1991, manifiesta haber utilizado en una investigación similar un sustrato compuesto de Turba y Perlita en proporciones de 1:1, además de manifestar que un medio de corteza de pino no es tan beneficioso, ya que el riego se filtra fácilmente y consecuentemente el contenido de nutrientes baja.

Rodríguez Eduardo utilizó para su investigación un sustrato que estuvo compuesto de una mezcla de aserrín (48%), acícula de pino (48%) y suelo (4%), cuyo sustrato fue sometido a una triple vaporización para eliminar cualquier tipo de inóculo externo, ya sea un organismo saprófito, patógeno o algún tipo de hongo que forme micorriza.

Hartmann y colaboradores, en el 2002, indicaron que el medio para propagación de estacas debe cumplir ciertas particularidades:

- Debe retener la suficientemente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia.

- El medio ideal de propagación, debe estar provisto de suficientemente porosidad para permitir una buena aireación y a la vez una alta capacidad de retención de humedad.
- Debe estar libre de patógenos, nematodos y malezas.
- Debe poderse esterilizar con vapor o químicos sin que sufra efectos nocivos.

Considerando las exigencias del cultivo del arándano como son: Suelos ácidos con valores que oscilen entre 4.5 y 5.5, cuyos suelos sean lo suficientemente sueltos y que contengan bastante materia orgánica es que se decidió que el sustrato sea producto de la combinación de los siguientes elementos:

### **2.11. Riego en el ambiente de propagación**

Rodríguez Marcelo menciona que en los esquejes de invierno se riega dependiendo de la humedad que se encuentra dentro de las camas del invernadero pero este variara dependiendo de las temperaturas que hayan acaecido, por lo cual estos riegos pueden variar de un riego cada 3 días hasta 1 riego cada semana. En tanto que, para las estacas de verano, se utilizara una mayor frecuencia debido a las altas temperaturas, la cual puede llegar a cada media hora durante el día con 10 segundos de riego.

Los ambientes de propagación para este tipo de estacas deben mantener humedad relativa alta y buena ventilación, para ello es muy recomendable contar con tecnología que pueda brindar niebla intermitente, y se la programe para que funcione por un lapso de 15 segundos cada hora y estas aplicaciones deben realizarse solo durante horas de luz (Gough Robert E. 1991)

Castrillon, et al (2008) en su investigación titulada, El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos, bajo condiciones de invernadero utilizó un sistema de riego con nebulización, producido por una boquilla de deflexión y alimentada con tubo central instalado por debajo de la cama de propagación, y el riego se realizó dos veces al día (en la mañana y en la tarde), con una duración de cinco minutos por riego.

Escalera J. (2004) en su investigación, tratando con el mismo tipo de estacas construyó camas de enraizamiento donde dispusieron de un equipo automático de nebulización, que se calibro para operar durante cinco segundos en un ciclo de seis minutos, realizando esta operación durante 12 horas, de 6:00 a 18:00 horas.

## **2.12. Inducción de enraizamiento de estacas de arándano**

El método convencional de propagación de arándano es mediante el uso de estacas, ya sea de madera dura o suave, con 5 o 6 yemas y que se obtienen de la parte media hacia la base de los brotes; las estacas deben insertarse rápidamente en el sustrato apropiado. La técnica de estacas de una sola yema con una hoja fue ideada con la intención de optimizar el uso de material vegetativo de frambuesas y zarzamoras. Su uso en arándano ha dado resultados erráticos debido a bajos porcentajes de enraizamiento y brotación; sin embargo, esta técnica se ha refinado y se utiliza de manera alterna a la micro propagación cuando se cuenta con escaso material clonal (Soria A., 2009), en Estados Unidos se prefiere el uso de estacas leñosas en las variedades del tipo Highbush y herbáceas en las del tipo Rabbiteye (Bounus, 2003; citado por De Oliveira D.)

Castrillon et al (2008) efectuaron un estudio para evaluar la viabilidad y potencial de enraizamiento de estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en dos diferentes sustratos bajo invernadero utilizando AIB, ANA y AIA en diferentes concentraciones. Encontraron que el mejor tratamiento fue el de 200 mg.lt<sup>-1</sup> de AIB, aplicando a la base de las estacas; este tratamiento produjo después de 2 meses, un 18.7% de enraizamiento y un promedio de 3.3 raíces por estaca. (redalyc.uaemex.mx 2008).

De Oliveira D. junto a sus colaboradores realizaron la investigación titulada Efeito do ácido indol butírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo (en portugués), donde utilizaron el IBA como regulador de crecimiento en cuatro concentraciones: 0, 1000, 2000, 4000, 8000mg/lt, encontraron que la respuesta al IBA en estacas de Arándano es variable, dependiendo de la variedad. La variedad Delite

arraiga mejor con 8000 mg/Lt de IBA, la variedad Powderblue con 1000 mg/Lt, mientras que las variedades Bluebelle, Climax y Woodard han dado buen enraizamiento sin el uso de IBA, lo que indica que las estacas leñosas de invierno es una técnica que presenta la viabilidad de uso para estas especies.

De Oliveira D. junto a sus colaboradores realizaron la investigación titulada Enraizamiento de estacas semilenhosas (madera blanda) de mirtilo sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (en portugués), donde utilizaron el IBA como regulador de crecimiento en cuatro concentraciones: 0, 1000, 2000, 4000 mg/Lt, según los resultados obtenidos, se puede concluir que la variedad Bluebelle tiene baja capacidad de emitir raíces y brotes de estacas de madera blanda; mientras que la variedad Delite ofrece facilidad para emitir raíces y brotes, independientemente del uso de la IBA, con un porcentaje enraizamiento de 82,5%.

Coorts y el Casco (1972); citado por Gough Robert E. (1991), informaron de que 0,8% de IBA más el 15% de disulfuro de tetraetiltiuram (Hormo Root C) dieron buenos resultados para la propagación de estacas de Arándanos.

Celik H. junto con Odabas M. (2008) en su investigación titulada Modelación matemática de las aplicaciones de ácido indol-3-butirico, en el enraizamiento de arándano alto del norte (*Vaccinium corymbosum L.*), con recortes de madera blanda, donde se realizó la inmersión de los cortes en la solución enraizante por un lapso de 2 minutos, concluyen que la concentración más efectiva de IBA se calculó como 641,69 ppm para el máximo porcentaje de enraizamiento.

Algunos remedios caseros pueden servirnos como alternativa a las hormonas enraizantes, aunque se trate de métodos menos eficaces. Por ejemplo si se plantan semillas de germinación rápida muy próximas alrededor del esqueje, al germinar producirán auxinas, hormonas enraizantes, que de rebote estimularán la aparición de raíces en el esqueje. Semillas de gramíneas, o incluso alpiste, pueden ser muy adecuadas. . (www.portalbonsai.com 2008)

Las estacas de madera blanda, es una de las formas más comunes para la propagación del arándano, deben seleccionarse las ramas de 35 a 50 cm de longitud y al final de la primavera, se puede iniciar la propagación, cuando los tallos presentan flexibilidad y las hojas terminales estén al final del crecimiento o cerca de la madurez. Si las estacas se utilizan muy temprano, se marchitan rápidamente y si se seleccionan muy maduras, se desarrollan pocas raíces, esto es cuando las estacas son tomadas de ramas maduras, al final de la primavera. (Spiers y Heywood, 1985: citado por Escalera J. 2009)

### **2.13. Sustancias de crecimiento o reguladores de crecimiento**

Es preciso hacer una distinción entre los términos hormonas y sustancias de crecimiento.

Hormonas vegetales o fitohormonas, se denomina solamente a las sustancias que en forma natural son elaboradas por las plantas.

Hormona es una sustancia oligodinámica que asegura en el organismo una función de correlación. Para ser llamada hormona una sustancia debe poseer cuatro propiedades.

- Ser producida por un mismo organismo
- Tener efecto sobre ciertas células solamente
- Actuar a distancia (lo que implica su transporte por el organismo)
- Ser eficaz en pequeñas dosis

El termino sustancias de crecimiento o regulador de crecimiento es más general, pues se aplica a cuerpos de síntesis que no son producidos por los vegetales y que no actúan forzosamente a distancia, cuyos efectos son iguales o superiores al de las fitohormonas. (Ribereau, Peynaud 1971)

Nickell, 1982; Martinez de Toda, 1990, señala que en la actualidad se han logrado identificar cinco grupos de reguladores de crecimiento, tanto naturales como sintéticos, de acuerdo a las diferencias en sus estructuras y efectos: 1) auxinas, 2) giberelinas, 3) citocininas, 4) etileno, y 5) inhibidores. Siendo las tres primeras llamadas hormonas estimuladoras y las dos restantes hormonas inhibidoras. Así los

procesos de elongación celular (auxinas y giberelinas), división celular (giberelinas y citocininas) y desarrollo vegetativo se caracterizan por un predominio de estimuladores, y los procesos de maduración, detención del crecimiento, senescencia y abscisión, por una preponderancia de inhibidores del crecimiento.

## **2.14. Hormonas vegetales**

Las hormonas son por definición, compuestos orgánicos sintetizados por las plantas superiores, que influyen sobre el crecimiento y desarrollo; actúan generalmente en un lugar diferente de donde son producidas y se encuentran presentes y activas en muy pequeñas cantidades. Aparte de estos productos naturales, se han desarrollado otras formas sintéticas, que pueden tener una actividad semejante a la de los primeros. Al conjunto de estos productos sintéticos, junto con las hormonas, se denomina reguladores, y estos determinan el crecimiento relativo de todos los órganos de la planta. (Hernández R. 2012)

### **2.14.1. Auxinas.**

La auxina (del griego auxien, “crecer”) es miembro de un grupo de hormonas vegetales; son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo y regulan muchos aspectos del desarrollo vegetal. El principal efecto auxínico es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración del producto. El término auxina a menudo se usa como sinónimo de ácido indolacético (AIA), que es la principal auxina natural. (Rojas et al. 1991).

Los métodos más comunes de aplicación de auxinas para enraizar las estacas son: remojo prolongado por dos horas en la solución, inmersión rápida por cinco segundos en una solución concentrada del producto –concentración que varía entre 500 y 10.000 mg·L<sup>-1</sup>– o tratando la base de la estaca con una hormona mezclada con un portador inerte, como talco, que mantiene la sustancia enraizadora por más tiempo en contacto con la estaca. (Castrillon et al, 2012)

En el grupo de auxinas están: Ácido 3- Indol Acético (AIA); Ácido 3 - Indol Butírico (IBA); Ácido  $\alpha$ -Naftalen Acético (ANA); Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4 - D).

Las auxinas son las que frecuentemente se añaden a los medios de cultivo, sus dosis varían entre 0,01-10 mg/L. Las auxinas producen: elongación celular y expansión de los tejidos, división celular (formación de callo) y formación de raíces adventicias, inhibición de la formación de vástagos axilares y adventicios.

Las auxinas afectan el crecimiento de varias formas:

- Inician el crecimiento de las raíces en estacas.
- Mantienen la dominancia apical.
- Promueven el alargamiento del tallo e inhiben al alargamiento de la raíz.
- Crecimiento de los tallos en relación a la luz, lo que asegura que las hojas reciban una cantidad de luz óptima para la fotosíntesis (Fototropismo).

(Hernández R. 2012)

### **2.14.2. Citoquininas.**

Estimulan la división celular, promueven la formación de vástagos axilares porque disminuyen la dominancia apical, inhiben la formación de raíces y también retardan el envejecimiento. Las citoquininas estimulan la formación de brotes, promueven la división celular en tejidos cultivados. Así mismo ayudan a la germinación, inhiben el alargamiento del tallo, estimulan el crecimiento de los brotes laterales y retardan el envejecimiento foliar. (Hernández R. 2012)

### **2.14.3. Giberelinas**

Existen más de 40 tipos de giberelinas, sin embargo, la GA3 (Ácido Giberélico) es la más empleada en el cultivo *in vitro*. En general, las giberelinas inducen la elongación de los entrenudos, el crecimiento de meristemos y yemas, además de inhibir la formación de raíces y vástagos adventicios. La giberelina promueve el alargamiento del tallo, regulan la transición de la fase juvenil a la adultez, estimulando la formación de órganos florales. (Hernández R. 2012)

## **2.15. Plagas y enfermedades que atacan al cultivo**

### **2.15.1. Plagas**

Dentro de las plagas que más se manifiestan en el cultivo del Arándano están:

La Cochinilla (*Aspidiotus sp.*, *Pulvinaria sp.*, *Lepidosaphesulmi L.*); Cheimatobia (*Cheimatobiabrumata L.*); Pulgones o áfidos y Nematodos (*Paratrichodorus sp.* y *Hemicycliophora sp.*); Gorgojo de suelo (*Brachyrhinus sulcatus F.*); Gusano del arándano (*Rhagoletis mendaz Curran*); Los pájaros y las Hormigas, de todas las plagas mencionadas la hormiga es aquella que se manifestó en un mayor rango de momento en nuestro medio.

### **2.15.2. Enfermedades**

Las enfermedades que aquejan al cultivo del Arándano son las siguientes:

Antracnosis (*Colletotrichum sp.*); Brazo Muerto (*Botryosphaeria dothidea*); Botritis o Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*); Alternaria (*Alternaria sp.*); Phytophthora (*Phytophthora sp.*); Bacteriosis (*Agrobacterium tumefaciens*); Virosis y micoplasmosis, varias son las enfermedades que inciden en la producción del cultivo, en nuestro medio la que más afecta es la denominada “Brazo Muerto” o síndrome de la “Rama Muerta” (*Stem Blight of Blueberry*), causado por el hongo *Botryosphaeria dothidea*.

## CAPÍTULO III

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica

El departamento de Tarija se encuentra ubicado al extremo del Sur de Bolivia y posee una superficie de 37.623 km<sup>2</sup>.

Además cuenta con seis provincias, siendo que Méndez, Cercado limita al Norte y Oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí, al sur limita con las provincias de Avilés, Arce y la República de Argentina, por ultimo al Este con las provincias de O'Connor, Gran Chaco y la República del Paraguay.

Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas 21°15' y 21°37' de latitud Sur, 64°55' y 64°38' de longitud Oeste, posee altitudes que van desde los 1900 m.s.n.m. hasta los 4344 m.s.n.m.

##### 3.1.1. Localización de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Erquiz Sud ubicado en la provincia de Méndez del departamento de Tarija, que se encuentra a una distancia de 10 km del centro de la ciudad.

Se encuentra ubicada entre los paralelos:

Latitud Sur: 21° 20' 59''

Longitud Oeste: 64° 47' 24''

Altitud: 2000 m. s. n. m.

## 3.2. Características de la zona de estudio

### 3.2.1. Clima

Tiene un clima semihúmedo con temperaturas que oscilan entre 17°C a 30° C con una temperatura media anual de 21° C y una precipitación promedio anual de 869,8 mm.

### 3.2.2. Suelo

Estos suelos son de origen aluvial, moderadamente drenados, inclinados con una estructura en bloques angulares y sub angulares de texturas generalmente pesadas.

### 3.2.3. Flora

La comunidad presenta una vegetación natural que corresponde a una estepa arbustiva semiseca y una vegetación secundaria degradada y de poca cobertura formando estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos.

Entre la flora más representativa tenemos:

#### ARBOLES FRUTALES

<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
<b>Duraznero</b>	<i>Prunus persica</i>
<b>Frutilla</b>	<i>Fragaria sp</i>
<b>Manzana</b>	<i>Malus silvestris</i>
<b>Peral</b>	<i>Pirus malus</i>

## ARBOLES FORESTALES

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Churqui	<i>Acacia caven</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Sauce	<i>Salix babilonica</i>
Pino	<i>Pinus sp.</i>

## HORTALIZAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Arveja	<i>Pisum sativum</i>
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>
Haba	<i>Vicia faba</i>
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>

### 3.2.4. Actividad económica

La actividad económica que predomina es la Horticultura y la Fruticultura; la Ganadería juega un papel importante especialmente el ganado vacuno y ovino.

### 3.3. Materiales y equipos

#### 3.3.1. Material vegetal

El material vegetal utilizado fueron las estacas de tallo (de madera suave) de arándano de las variedades:

- **Bluecrisp.-**

Variedad que corresponde al grupo Southern Highbush, es una de las 6 variedades introducidas a nuestro medio por MARCAL consultores, esta variedad se caracteriza por ser una de las que mejor se adaptó en cuanto al aspecto productivo brindando resultandos alentadores. Cabe recalcar que en ambas variedades el fin de la cosecha está definido por la presencia de las primeras heladas, esto quiere decir que no existe fecha fija para dar por terminada la cosecha sino que esto depende directamente de las condiciones meteorológicas que se presenten cada año en el lugar.

- **Milennia.-**

Variedad que corresponde al grupo Southern Highbush, es una de las 6 variedades introducidas a nuestro medio por MARCAL consultores, cuya variedad se caracteriza por emitir gran cantidad de brotes pero a su vez este aspecto no está directamente relacionado con su producción en sus primeros dos años, puesto que es la variedad que demostró los rendimientos más bajos en comparación con las otras cinco variedades introducidas, esto se debería a que su cosecha recién se iniciaría en el mes de mayo, por lo que su ciclo productivo se cortaría abruptamente con la presencia de las primeras heladas.

### **3.3.2. Material químico**

- **Na OH 1N (Hidróxido de sodio, uno normal).-**

Esta solución fue utilizada como diluyente del ácido indol-3-butirico puesto que el mencionado acido es en polvo y requería necesariamente de este hidróxido para poder diluirse, cabe recalcar que la cantidad utilizada fueron gotas.

- **IBA (ácido indol-3-butirico).-**

Es un sólido blanco o polvo de color canela o cristalino con un ligero olor característico. Sus propiedades radican en: es estable a 2-8 ° C y se debe almacenar en un lugar fresco. El punto de fusión de IBA es 121-125 ° C. IBA no contiene

líquidos inflamables pero se descompone a tóxicos humos, tales como NOx, monóxido de carbono y dióxido de carbono en el fuego, su densidad es de 0,60 g cm<sup>-3</sup> a la temperatura ambiente, IBA es prácticamente insoluble en cloroformo, pero es soluble en alcohol, éter y acetona, para hacer una solución acuosa de IBA para propósitos tales como la aplicación de IBA a raíces de las plantas, IBA se disolvió con metanol, metanol y esta solución se diluyó adicionalmente con agua para hacer una solución acuosa de IBA. ([www.ams.usda.gov](http://www.ams.usda.gov) 2012)

Es un efectivo agente enraizante bajo variadas condiciones, la cantidad requerida para obtener resultados óptimos varía enormemente bajo distintas condiciones climáticas y de cultivo.

Es muy importante destacar que el ácido indol-3-butírico disuelto en alcohol reaccionará con la luz y se tornará una solución incolora a café, lo que reduce su efectividad. Deben por lo tanto guardarse en envases que no permitan el paso de la luz en lugar fresco, preferentemente en refrigerador, su fórmula: C<sub>12</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>2</sub>

- **Ácido fosfórico.-**

Es un ácido en estado líquido de una densidad aproximada de 1.5 y una concentración del 60.5 %, que se utilizó como acidificante en el presente trabajo de investigación, logrando acidificar tanto el sustrato utilizado en las macetas como así también el agua de riego, fue utilizado debido a su rápida reacción como agente acidificante ya que prácticamente en 3 días se lograba estabilizar el valor del pH en el caso del sustrato mientras que en el agua era de manera inmediata, es importante mencionar que el azufre también es utilizado como acidificante de sustratos pero uno de sus mayores inconvenientes es que es de lenta reacción, esto ocurre en dos o tres meses.

- **Fungicidas.-**

Fueron dos los productos que se utilizaron desde la desinfección de las estacas en un principio hasta los tratamientos preventivos llevados a cabo, los productos fueron aplicados de manera rotatoria esto para poder evitar una posible resistencia por parte

de las posibles enfermedades que se hubiesen podido presentar para lo cual se utilizaron productos como Callicard y Folpan en concentraciones de 1,5 cc/lit.

### **3.3.3. Materiales de Laboratorio**

- Pipeta
- Varilla de vidrio
- Vaso precipitado (500ml)
- Probeta
- Agua destilada
- Termómetro
- Autoclave
- Peachimetro
- Jeringa
- Bolsas de lienzo
- Balanza

### **3.3.4. Materiales de campo**

- Cinta métrica
- Letreros
- Bolsas de plástico para maceta
- Palos
- Media sombra
- Agrofilm
- Cañas
- Pala
- Mochila para fumigar
- Alambre y clavos
- Tijera de podar
- Balde

- Limo
- Viruta de pino
- Tierra vegetal
- Carretilla
- Manguera

### **3.3.5. Material de gabinete**

- Planillas
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Calculadora

## **3.4. Metodología**

### **3.4.1. Investigación bibliográfica**

En esta fase se realizó una investigación bibliográfica exhaustiva sobre el tema en bibliotecas y en internet puesto que existe muy poca información en nuestro medio respecto al cultivo.

### **3.4.2. Establecimiento del diseño experimental**

El diseño experimental que se aplicó fue el de bloques al azar, con arreglo combinatorio (2x4) con 8 tratamientos y 3 repeticiones.

### 3.4.3. Factores en estudio

- Factor **V** (variedad)

**V1:** Variedad Bluecrisp

**V2:** Variedad Millennia

- Factor **H** (concentración de IBA)

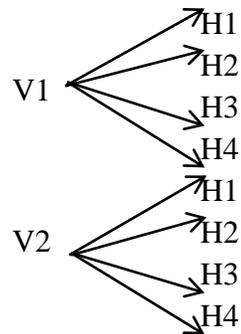
**H1:** concentración 0 mg/lt

**H2:** concentración 500 mg/lt

**H3:** concentración 1000 mg/lt

**H4:** concentración 1500 mg/lt

### 3.4.4. Tratamientos en estudio



### TRATAMIENTOS

V1H1 = T1

V1H2 = T2

V1H3 = T3

V1H4 = T4

V2H1 = T5

V2H2 = T6

V2H3 = T7

V2H4 = T8

**Cuadro N°3 Códigos y descripción de los tratamientos en estudio**

<b>N°</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico

#### **3.4.5. Especificación del campo experimental**

- Área del ensayo: 3,125 m<sup>2</sup>
- Forma del ensayo: La forma está diseñada bajo nivel rectangular ( 2.5 m de largo \* 1.25 m de ancho)
- Número de tratamientos: 8 (cada uno de 30 cm x 37,5 cm)
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 24
- Distancia entre tratamientos: Todos los tratamientos están juntos puesto que cada estaca se encuentra en su respectiva maceta
- # De estacas por unidad experimental: 20
- # De estacas por tratamiento: 60
- # De estacas total del ensayo: 480

**Cuadro N°4 Distribución de las unidades experimentales**

T1	T5	T2
T7	T3	T8
T4	T8	T6
T8	T2	T4
T5	T7	T1
T2	T6	T5
T3	T1	T7
T6	T4	T3

### **3.4.6. Análisis funcional**

Registradas las observaciones de campo, fueron promediadas por unidad experimental y obtenida así cada una de las medidas evaluativas de cada factor en estudio, para luego realizar el ADEVA y la prueba de separación de medias de M.D.S. (mínima diferencia significativa) este último será de acuerdo al análisis de varianza y a partir de ahí determinar si es necesario llevarlo a cabo o no, todo esto para los 8 tratamientos y sus 3 repeticiones.

### **3.5. Manejo del ensayo**

Los factores más relevantes a tener en cuenta para realizar el enraizamiento por estacas son: fuentes del material vegetativo, medios para enraizamiento, tratamientos con estimuladores de enraizamiento y condiciones ambientales adecuadas para el enraizamiento (Hartmann *et al.*, 2002), por ello es que para poder cumplir los objetivos de la presente investigación de la mejor manera posible se manejó el ensayo de la siguiente manera:

#### **3.5.1. Etapa I: Elaboración del poli propagador**

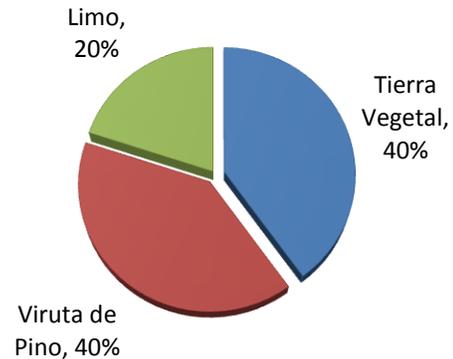
Primeramente se determinó el lugar definitivo para llevar a cabo la investigación una vez sucedido esto se construyó una estructura tipo invernadero de 4 m de largo x 3 m de ancho y una altura de 2.5 m la cual se cubrió con agrofilm tanto en el techo como en las paredes, las mismas que tienen estructuras tipo cortina para permitir una adecuada ventilación.

Sobre el agrofilm se cubrió tanto techo como paredes con malla media sombra, dentro de la recién mencionada estructura se construyó el poli propagador de 1.25 m x 2.5 m y de una altura de 0.8 m cubierta en su totalidad con agrofilm, esto para poder mantener un elevado rango de humedad, además en su interior se instaló un termómetro de máximas y mínimas esto para poder conocer la temperatura a la que se encontraba en su interior.

### 3.5.2. Etapa II: Sustrato; proporciones de cada componente, desinfección y acidificación

**Cuadro N°5. Componentes para la preparación del Sustrato**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Tierra Vegetal	40
Viruta de Pino	40
Limo	20



#### **Tierra vegetal**

La tierra vegetal fue obtenida del rincón de la Victoria, material que fue previamente tamizado antes de mezclarlo con los demás componentes esto para poder lograr que nuestro sustrato obtenga una textura más fina, se utilizó este componente debido a que naturalmente su aporte en cuanto a materia orgánica es elevado y no hay al menos en nuestro medio algún elemento o producto que pueda aportar semejantes niveles de materia orgánica puesto que lo técnicamente recomendable en otros lugares es el uso de Turba y esto llegaría a ser un humus fosilizado relativamente reciente. Se forma en los yacimientos llamados turberas, se encuentra en muy pocos lugares, en las cercanías de lagos y ríos en las que el clima y el estancamiento favorecen la descomposición parcial en un ambiente húmedo y sin oxígeno de residuos vegetales y animales. Aporta materia orgánica ([www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org) 2012).

Como acabamos de mencionar el uso de tierra vegetal en el presente trabajo de investigación fue indispensable es por eso que se utilizó este material en un 40%.

### **Viruta de pino**

Este componente se añadió debido a que el sustrato a preparar debía tener también elevado porcentaje de porosidad por ello el uso de este material, también en su lugar podía haber sido utilizado cascarilla de arroz, teóricamente este material podía permitir un mejor desarrollo de las finas raíces que se emitirían durante el periodo de la investigación y fue utilizado para el sustrato en un 40%.

### **Limo**

Componentes que también fue tamizado, indispensable en un sustrato a la hora de pensar en propagar plantas a partir de estacas esto debido a su característica de poder retener el humedad por un mayor lapso de tiempo aspecto que no puede ser cumplido por la tierra vegetal ni mucho menos por la viruta de pino, por ello es que se decidió por este componente y fue utilizado para nuestro sustrato en un 20%.

### **Desinfección y acidificación**

Cabe recalcar que el sustrato utilizado no viene dado de ninguna regla general sino que fue determinado de una manera empírica y considerando elementos con los que se cuenta en nuestro medio, aquellos que de alguna manera puedan reemplazar los sustratos utilizados en otros lugares, en donde generalmente lo que se utiliza es la Turba como componente indispensable del sustrato debido a que es un componente bastante liviano, posee un nivel de pH por debajo de 4.5, rico en materia orgánica, lo cual hace que sea el componente más apropiado. Se dice de manera empírica debido a que una vez considerados los componentes como son la tierra vegetal, viruta de pino y limo, se procedió a jugar con los posibles valores de cada componente hasta poder llegar al sustrato que se consideraba el indicado en el que se buscaba que sea liviano, rico en materia orgánica y a su vez tenga la capacidad de retención de humedad, por ello es que se decidió trabajar con los valores de viruta de pino 40%, tierra vegetal 40% y limo 20%, estos dos últimos que fueron previamente tamizados..

Ya determinado las proporciones de cada elemento y preparado el sustrato se procedió a su respectiva desinfección lo cual es indudablemente importante debido a que de esta manera se puede evitar la presencia de enfermedades que se puedan presentar en el material vegetal durante el desarrollo de la investigación, desinfección que se realizó en autoclave en el laboratorio de fitopatología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho para lo cual se preparó bolsas de lienzo que se costuraron de manera longitudinal de tal forma que cada bolsa tenía tres agujeros en donde se llenaba el sustrato y de esta manera recién era introducido en el autoclave para su respectiva desinfección.

Una vez desinfectado todo el sustrato, realizando un análisis de pH utilizando el método electrométrico antes y después de su respectiva desinfección se podía evidenciar que su valor había bajado de 5.95 que era el pH inicial a 5.82 que fue el valor arrojado después de la esterilización, sin embargo se requería que este valor siga descendiendo debido a las exigencias del cultivo y para ello es que se utilizó el ácido fosfórico (60.5% de concentración), en una relación de 8:1000 para un balde de cinco litros, es decir se diluía 8 mililitros de ácido fosfórico en un litro de agua, solución que se echaba a un balde de capacidad de cinco litros el cual estaba lleno de sustrato y se lo hacía una mezcla homogénea con la solución recién mencionada. Utilizando esta relación es que se pudo reducir el pH a un valor de 4.94.

El pH se define como el logaritmo negativo de la actividad del ion "H", cuando estamos especificando "actividad" y no concentración, estamos claramente diferenciando dos clases de acidez, porque hay otros iones de "H", en el sistema del suelo pero que no se encuentran en forma activa; por lo tanto tenemos la acidez activa y la acidez potencial. Los métodos de campo para determinar el pH, pueden ser electrométricos o colorimétricos. El pH de 4.5 a 5.8 en los suelos minerales, es porque está suficientemente cantidad de aluminio intercambiable como para afectar el crecimiento de las plantas, conforme el valor del pH sea menor esto indica que existe gran cantidad de sulfatos ácidos, por el contrario cuando el pH supera 5.8 a medida que aumenta es un indicador de que el suelo está saturado con bases (Benítez W.)

Terminado todo el proceso de acidificación se procedió al traslado de todo el sustrato a campo en donde se realizó el embolsado esto con el fin de tener listo para el momento de la plantación del material vegetal.

### **3.5.3. Etapa III: Selección de las plantas madres**

En esta etapa se realizó la identificación de las plantas de las cuales se extrajeron las estacas, cuyas plantas presentaron las características adecuadas de sanidad, estado fisiológico y buen vigor, las estacas fueron extraídas de plantas de 4 años de edad.

### **3.5.4. Etapa IV: Recopilación del material vegetal**

Como ya se indicó anteriormente las estacas utilizadas fueron de tallo (estacas de madera suave) extrayendo este material en inicios de verano, La recopilación de dicho material se realizó de dos lugares distintos uno de ellos de la comunidad de Turumayo y la otra de Erquiz sud las variedades Bluecrisp y Millennia respectivamente, donde en cada lugar se seleccionaron estacas jóvenes con características homogéneas en el estado turgente de hojas y de buen vigor. Las plantas madres eran plantas adultas de alrededor de cuatro años y no presentaban síntomas visuales de deficiencias nutricionales o problemas fitosanitarios. Se seleccionaron ramas vegetativas, las estacas contaron con una longitud promedio de 15 cm y con promedio de 3.5 hojas en ambas variedades, ya que se demostró que en especies difíciles de enraizar, tales como la familia Ericaceae, es necesario recurrir a estacas con hojas, las cuales sirven como fuente de auxinas endógenas y ejercen una acción estimulante sobre la inducción de formación de las raíces adventicias (redalyc.uaemex.mx 2008), se realizó corte horizontal bajo de la yema en la base y el corte apical se lo hizo en bisel, Rodríguez Marcelo recomienda el corte apical en bisel a fin de facilitar el escurrimiento de agua en el esqueje y evitar pudriciones. Obtenidas las estacas se prosiguió a preparar el fungicida Callicard a una dosis de 30 cc/20 lt, donde se sumergieron las estacas 30 minutos esto para su respectiva desinfección de las mismas para luego estar listas para el tratamiento con la hormona.

### 3.5.5. Etapa V: Preparación de IBA en laboratorio y su aplicación a las estacas

Todo el proceso que refiere a la preparación del Ácido indol-3-butírico se realizó en inmediaciones del Laboratorio de Fitopatología del SEDAG (Servicio Departamental Agropecuario), bajo condiciones controladas.

Para poder obtener las distintas concentraciones de la hormona mencionada, se preparó tomando 1500 mg de IBA (ácido indol butírico), pesándolo en una balanza analítica, esta cantidad de ácido fue vertido a un vaso precipitado de 500 ml en donde fue diluido con ayuda de unas cuantas gotas de Na OH 1N (hidróxido de sodio 1 normal), con ayuda de una varilla de vidrio se procuró que la solución sea de la manera más homogénea posible, ya diluido él IBA en el mismo vaso precipitado se completó a los 150 ml con agua destilada, obteniéndose así una solución de 3000 mg.L<sup>-1</sup>, a partir de donde se hicieron las respectivas diluciones con ayuda de una probeta y agua destilada para preparar las soluciones 500 mg.L<sup>-1</sup>, 1000 mg.L<sup>-1</sup> y 1500 mg.L<sup>-1</sup>.

**Cuadro N°6. Obtención de las concentraciones de IBA**

IBA(1500 mg)+NaOH+H <sub>2</sub> O		H <sub>2</sub> O (ml)		Solución (ml)	Concentración (mg.L)	
150 ml	↗ 25 ml	+	475	=	500	500
	→ 50 ml	+	450	=	500	1000
	↘ 75 ml	+	425	=	500	1500
cada concentración es preparada en medio litro de solución						

Fuente: Elaboración propia

El método de aplicación de la hormona consistió en la inmersión del extremo basal de las estacas en las soluciones de hormona a cada concentración, durante un tiempo prolongado de 10 minutos; posteriormente se sembraron cada estaca en una maceta, y fueron ordenados en sus respectivos tratamientos dentro del poli propagador que se preparó.

### **3.5.6. Procedimiento en campo**

El ensayo comenzó el día 9 de enero de 2013, desde el momento en que todo el material vegetal se encontró distribuido en sus respectivos tratamientos dentro de la estructura, durante la permanencia del ensayo las estacas fueron sometidas a riegos con agua acidificada, como también con fungicidas como se mencionó anteriormente.

Se intentó realizar el riego de una manera similar como se menciona en las bibliografías para poder contribuir y favorecer una alta humedad relativa pero de un modo más rudimentario utilizando una mochila de fumigar para realizar las nebulizaciones, realizando durante los tres primeros días que es el momento más crítico para las estacas recién extraídas, pulverizaciones durante un lapso de 30 segundos cada 30 minutos en horarios que fueron de 10:00 am a 6:00 pm, después de realizar cada riego la estructura pequeña era nuevamente cubierta con agrofilm de tal manera que lo que se pretendía es mantener una alta humedad en el ambiente en el que se encontraban las estacas, pasados los 3 días, se cedió de una manera leve en cuanto al riego reduciendo la frecuencia de riego a un intervalo de 60 minutos pero manteniendo el lapso de 30 segundos de riego, a medida que pasaba el tiempo se mermaba sistemáticamente la aplicación de riego, de tal manera que se evitaba de que el sustrato quede totalmente seco y en lo posible se buscaba mantener la superficie de las hojas humedecida, más que todo en días en que las temperaturas eran bastante elevadas, al cabo de 10 días de haber puesto en campo las estacas es que se retiró el agrofilm debido a que las temperaturas en las zona no eran propicias para mantener cerradas ambas estructuras pues existían días en que las temperaturas fácilmente alcanzaban los 30°C o hay veces más lo cual deriva a que las estacas al estar cubiertas de agrofilm superen fácilmente la temperatura del ambiente exterior y por consecuencia a este aspecto es que se podía dar una reacción negativa reflejada en el material vegetal.

Es decir si se continuaba con temperaturas dentro de rangos elevados se ponía en riesgo todo el material vegetal por ello es que se extrajo el agrofilm de la estructura más pequeña al menos durante el día, volviéndolo a cubrir nuevamente en la noche, así de esta manera poder contrarrestar el cambio brusco de temperatura en su interior que podía presentarse durante el día y la noche.

A partir de ahí es que los riegos no sufrieron grandes cambios en cuanto a la duración del riego ni mucho menos el intervalo entre estos, cabe recalcar que se aplicó agua acidificada pero esto solo en dos oportunidades, tomando en cuenta que según análisis el agua del lugar registraba un pH de 6.48 pero este valor fue bajado con ayuda del ácido fosfórico, añadiendo 1 gota a 2 litros de agua se obtenía un valor de 5.14, estos valores pueden ser muy variables ya que son gotas las que se debía añadir pero estandarizando este valor se sacó como recomendable añadir 2.5 a 2.7 ml de ácido fosfórico /100 lt de agua y de esta manera se podía obtener un pH por debajo de 5.3, en cuanto a la acidez del sustrato como se mencionó anteriormente en el ensayo se manejó un pH de 4.94 este valor fue obtenido en un principio antes de realizar la etapa de campo una vez realizada esta, ya en el final del ensayo se volvió a realizar un análisis de pH al sustrato obteniendo esta vez un valor de 5.8 lo cual nos indica de que las 2 oportunidades en que se rego con agua acidificada no fue lo suficiente como para poder mantener el pH en su valor inicial.

Se realizaron evaluaciones a los 30, 60 y 90 días con el fin de observar la evolución del ensayo y registrar cambios significativos en el desarrollo de las estacas

Se dio por finalizado el ensayo cuando se cumplieron los 90 días, lo que según criterio personal es un tiempo viable para poder realizar las respectivas evaluaciones fundamentalmente las de la evaluación de la presencia o no de raíces en las estacas, hasta entonces se registraron las siguientes variables

### 3.5.7. Datos registrados

Se midieron 4 parámetros de crecimiento vegetativo en cada una de las estacas a los 30, 60 y 90 días describiendo a detalle cómo se realizó cada evaluación a continuación:

a) Numero de brotes por estaca

Para ello se contaron los brotes por estaca y se hizo un promedio entre el número de estacas que los presentaron por tratamiento a los 30, 60 y 90 días.

$$N^{\circ} \text{ Brotes/estaca} = \frac{\sum N^{\circ} \text{ Brotes/estaca}}{N^{\circ} \text{ estacas con brotes por tratamiento}}$$

b) Altura de los plantines

Se midió el tamaño de las estacas más los nuevos brotes de todas aquellas que se encontraban vivas, es decir toda la longitud aérea que tenía del plantin por tratamientos a los 30, 60 y 90 días.

$$\text{Altura * plantin} = \frac{\sum \text{alturas de los plantines (cm)}}{N^{\circ} \text{ plantines medidos}}$$

c) Porcentaje de brotación

Se consideró a todas aquellas estacas que presentaban al menos una yema brotada y se hizo una relación entre el número de estacas que presentaron brotes con el número total de estacas por tratamiento a los 30, 60 y 90 días.

$$\%Brotación = \frac{N^{\circ}estacas\ con\ brotes * 100}{N^{\circ}total\ de\ estacas\ por\ tratamiento}$$

d) Porcentaje de enraizamiento

Se consideró a todas aquellas estacas que presentaban raicillas y se hizo una relación entre de número de estacas enraizadas con el número total de estacas por tratamiento, cabe recalcar que esta evaluación se la realizó tan solo a los 90 días debido a que es un parámetro que debe ser manipulado con demasiado cuidado.

$$\%Enraizamiento = \frac{N^{\circ}estacas\ con\ raiz * 100}{N^{\circ}total\ de\ estacas\ por\ tratamiento}$$

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a que en nuestro medio no se cuenta con un protocolo de propagación por estacas del arándano es que no se conoce de manera real cuales podrían ser las posibles reacciones de las estacas por ello es que el presente trabajo consistió en realizar evaluaciones periódicas a los 30, 60 y 90 días, para de esta manera poder brindar resultados más certeros.

Los resultados obtenidos en la investigación titulada: “respuesta de la propagación vegetativa aplicando diferentes concentraciones de ácido indol-3-butírico en dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) en la localidad de Erquiz sud, se detallan y discuten a continuación:

#### 4.1. Número de brotes por estaca a los 30 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°7. Número de brotes por estaca a los 30 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	1,5	1,3	1,1	3,93	1,31
T2 (V1H2)	2,0	1,0	1,0	4	1,33
T3 (V1H3)	1,2	2,0	1,2	4,4	1,47
T4 (V1H4)	1,4	1,0	1,7	4,06	1,35
T5 (V2H1)	1,0	1,4	1,4	3,84	1,28
T6 (V2H2)	1,1	1,3	1,6	4,06	1,35
T7 (V2H3)	1,5	1,2	1,3	3,91	1,30
T8 (V2H4)	1,2	1,5	1,0	3,72	1,24
$\Sigma$	10,96	10,73	10,23	31,92	

$$\bar{X} = 1,30$$

En relación al número de brotes a los 30 días, se tiene: El mayor número de brotes se tiene en el tratamiento T3(V1H3) con 1,47 brotes por estaca, siguiendo en importancia los tratamientos T4(V1H4) y T6(V2H2) ambos con 1,35 brotes por

estaca y en el de menor número de brote tenemos al tratamiento T8(V2H4) con 1,24 brotes por estaca.

**Cuadro N°8. El número de brotes por estaca, de variedades y concentraciones de hormona a los 30 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	3,93	4	4,4	4,06	16,39	1,37
V2	3,84	4,06	3,91	3,72	15,53	1,29
$\Sigma$	7,77	8,06	8,31	7,78	31,92	
$\bar{X}$	1,30	1,34	1,39	1,30		

En el cuadro N°8 sobre el número de brotes se tiene:

El mayor número de brotes lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 1,37 brotes por estaca y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V2 (Millennia) con 1,29 brotes por planta.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor número de brotes lo tuvo H3 (1000 mg/lit) con 1,39 brotes por planta, siguiendo en importancia la concentración H2 (500 mg/lit) con 1,34 brotes por estaca y por último quien obtuvo resultados más bajos fueron las concentraciones H1 (0 mg/lit) y H4 (1500 mg/lit) ambas con 1,30 brotes.

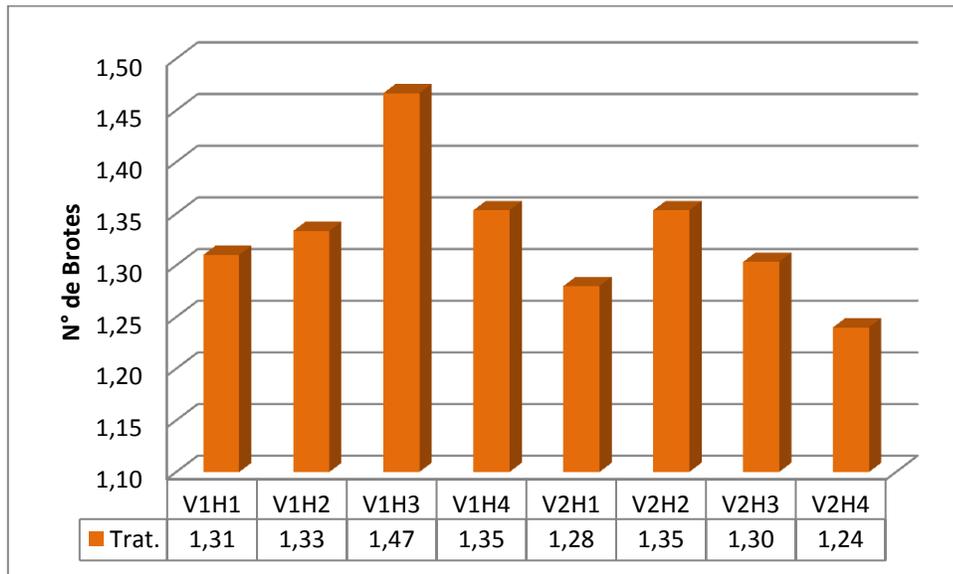
**Cuadro N°9. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el número de brotes por estaca a los 30 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
Total	23	1,915				
Tratamientos	7	0,094	0,013	0,11 NS	2,77	4,28
Bloques	2	0,035	0,017	0,14 NS	3,74	6,51
Error Experimental	14	1,786	0,128			
Factor V	1	0,031	0,031	0,24 NS	4,6	8,86
Factor H	3	0,033	0,011	0,09 NS	3,34	5,56
Factor V/H	3	0,030	0,010	0,08 NS	3,34	5,56

**NS**= No significativo  
 \* = Existe significancia  
 \*\* = Altamente significativo

De acuerdo al presente análisis de varianza se pudo establecer que estadísticamente a los 30 días de haber puesto las estacas no existen diferencias significativas entre tratamientos, bloques, factores, ni mucho menos en la interacción entre ambos factores, respecto al número de brotes en ambas variedades contando con un promedio total de 1,30, debido a que el valor de la F calculada es menor que la tabulada, no es necesario llevar a cabo la prueba de comparación de medias.

**Gráfico N°1. Número de brotes a los 30 Días**



En el presente grafico en relación al número de brotes a los 30 días, se tiene:

El mayor número de brotes para la variedad Bluecrisp fue alcanzado por el tratamiento T3(V1H3) con 1,47 brotes por estaca, mientras que el mayor número de brotes para el caso de la variedad Millennia lo alcanzó el tratamiento T6(V2H2) con 1,35 brotes por estaca.

#### 4.2. Número de brotes por estaca a los 60 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°10. Número de brotes por estaca a los 60 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	2,0	2,0	2,0	6	2,00
T2 (V1H2)	2,5	2,5	3,0	8,00	2,67
T3 (V1H3)	2,0	2,3	2,4	6,73	2,24
T4 (V1H4)	2,0	2,0	1,0	5,00	1,67
T5 (V2H1)	2,3	2,4	2,4	7,06	2,35
T6 (V2H2)	2,3	2,5	2,3	7,16	2,39
T7 (V2H3)	2,3	2,2	2,4	6,78	2,26
T8 (V2H4)	2,3	2,7	2,3	7,24	2,41
$\Sigma$	17,69	18,55	17,73	53,97	

$$\bar{X} = 2,25$$

En relación al número de brotes a los 60 días, se tiene: El mayor número de brotes se tiene en el tratamiento T2(V1H2) con 2,67 brotes por estaca, siguiendo en importancia el tratamiento T6(V2H2) con 2,39 brotes por estaca y en el de menor número de brote tenemos al tratamiento T4(V1H4) con 1,67 brotes por estaca.

**Cuadro N°11. El número de brotes por estaca, de variedades y concentraciones de hormona a los 60 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	6	8	6,73	5	25,73	2,14
V2	7,06	7,16	6,78	7,24	28,24	2,35
$\Sigma$	13,06	15,16	13,51	12,24	53,97	
	2,18	2,53	2,25	2,04		

En el cuadro N°11 sobre el número de brotes se tiene:

El mayor número de brotes lo tiene la variedad V2 (Millennia) con 2,35 brotes por estaca y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 2,14 brotes por estaca.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor número de brotes lo tuvo H2 (500 mg/lit) con 2,53 brotes por estaca, siguiendo en importancia la concentración H3

(1000 mg/l) con 2,25 brotes por estaca y por último quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H4 (1500 mg/l) con 2,04 brotes por estaca.

**Cuadro N°12. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el número de brotes por estaca a los 60 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	2,966				
<b>Tratamientos</b>	7	1,898	0,271	3,76 *	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	0,059	0,029	0,41 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	1,010	0,072			
<b>Factor V</b>	1	0,263	0,263	3,64 NS	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	0,756	0,252	3,49 *	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	0,879	0,293	4,06 *	3,34	5,56

**NS**= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

De acuerdo al presente análisis de varianza se pudo establecer que estadísticamente a los 60 días de haber puesto las estacas existen diferencias significativas entre tratamientos, factor H, así como también en la interacción entre ambos factores, a su vez en cuanto a Bloques y el factor V no se establecieron diferencias significativas, habiendo establecido la existencia de diferencias significativas es necesario llevar a cabo la prueba de comparación de medias.

**Cuadro N°13. Prueba de M.D.S. al 10% para el número de brotes a los 60 días**

MDS=0,38		V1H2	V2H4	V2H2	V2H1	V2H3	V1H3	V1H1
		2,67	2,41	2,39	2,35	2,26	2,24	2
V1H4	1,67	1 *	0,74 *	0,72 *	0,68 *	0,59 *	0,57 *	0,33 NS
V1H1	2	0,67 *	0,41 *	0,39 *	0,35 NS	0,26 NS	0,24 NS	
V1H3	2,24	0,43 *	0,17 NS	0,15 NS	0,11 NS	0,02 NS		
V2H3	2,26	0,41 *	0,15 NS	0,13 NS	0,09 NS			
V2H1	2,35	0,32 NS	0,06 NS	0,04 NS				
V2H2	2,39	0,28 NS	0,02 NS					
V2H4	2,41	0,26 NS						

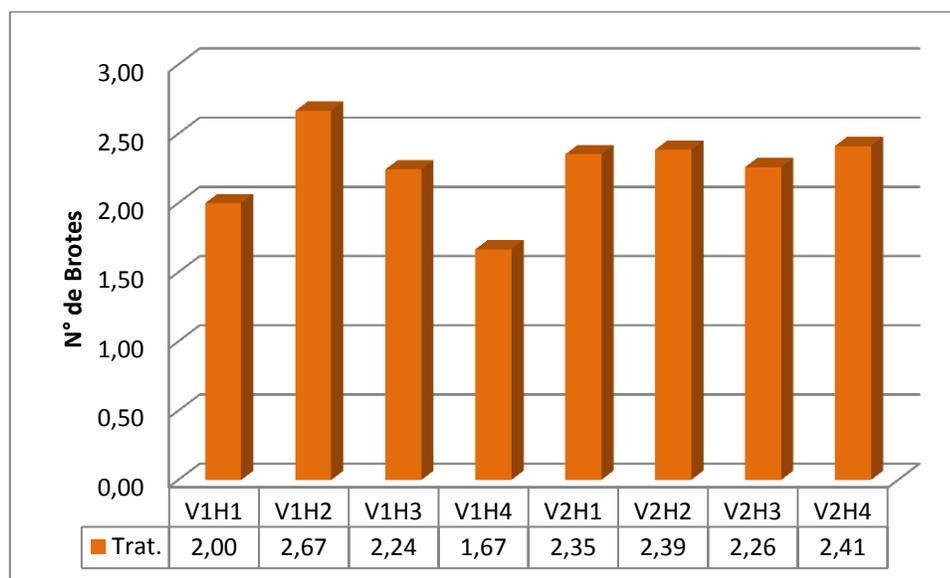
**Cuadro N°14. Orden de méritos de la M.D.S. para el número de brotes a los 60 días**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	Nº	RANGO
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,67	a
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,41	ab
T6	V2H2	Variedad millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,39	ab
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,35	abc
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,26	bc
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2,24	bc
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	2	cd
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	1,67	d

Letras iguales según MDS no difieren a 10% de probabilidad

En el presente cuadro podemos deducir que V1H2, V2H4, V2H2 y V2H1 no difieren entre sí pero sí de los demás tratamientos, mientras que los tratamientos V2H4, V2H2, V2H1, V2H3 y V1H3 no difieren entre sí pero sí difieren de los demás, igual manera ocurre en los tratamientos V2H1, V2H3, V1H3 y V1H1 que no difieren entre sí pero sí difieren del resto de los tratamientos, a su vez hay que tomar en cuenta que los primeros tratamientos mencionados poseen valores más elevados que los que le siguen.

**Gráfico N°2. Número de brotes a los 60 Días**



En el presente grafico en relación al número de brotes a los 60 días, se tiene:

El mayor número de brotes para la variedad Bluecrisp fue alcanzado por el tratamiento T2(V1H2) con 2,67 brotes por estaca, mientras que el mayor número de brotes para el caso de la variedad Millennia lo alcanzó el tratamiento T8(V2H4) con 2,41 brotes por estaca.

#### 4.3. Número de brotes por estaca a los 90 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°15. Número de brotes por estaca a los 90 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{x}$
T1 (V1H1)	0	2,0	2,5	4,50	1,50
T2 (V1H2)	2,0	2,3	3,0	7,30	2,43
T3 (V1H3)	2,0	2,5	2,5	7,00	2,33
T4 (V1H4)	3,0	2,0	0	5,00	1,67
T5 (V2H1)	2,0	2,5	2,0	6,50	2,17
T6 (V2H2)	2,5	2,3	2,6	7,40	2,47
T7 (V2H3)	2,4	2,7	2,0	7,09	2,36
T8 (V2H4)	2,0	2,5	2,0	6,50	2,17
$\Sigma$	15,92	18,77	16,60	51,29	

$$\bar{x} = 2,14$$

En relación al número de brotes a los 90 días, se tiene: El mayor número de brotes se tiene en el tratamiento T6(V2H2) con 2,47 brotes por estaca, siguiendo en importancia el tratamiento T2(V1H2) con 2,43 brotes por estaca y en el de menor número de brote tenemos al tratamiento T1(V1H1) con 1,50 brotes por estaca.

**Cuadro N°16. El número de brotes por estaca, de variedades y concentraciones de hormona a los 90 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	4,5	7,3	7	5	23,8	1,98
V2	6,5	7,4	7,09	6,5	27,49	2,29
$\Sigma$	11	14,7	14,09	11,5	51,29	
$\bar{X}$	1,83	2,45	2,35	1,92		

En el cuadro N°16 sobre el número de brotes se tiene:

El mayor número de brotes lo tiene la variedad V2 (Milennia) con 2,29 brotes por estaca y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 1,98 brotes por estaca.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor número de brotes lo tuvo H2 (500 mg/lit) con 2,45 brotes por estaca, siguiendo en importancia la concentración H3 (1000 mg/lit) con 2,35 brotes por estaca y por último quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H1 (0 mg/lit) con 1,83 brotes por estaca.

**Cuadro N°17. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el número de brotes por estaca a los 90 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	12,214				
<b>Tratamientos</b>	7	2,745	0,392	0,62 NS	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	0,554	0,277	0,43 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	8,915	0,637			
<b>Factor V</b>	1	0,567	0,567	0,89 NS	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	1,700	0,567	0,89 NS	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	0,477	0,159	0,25 NS	3,34	5,56

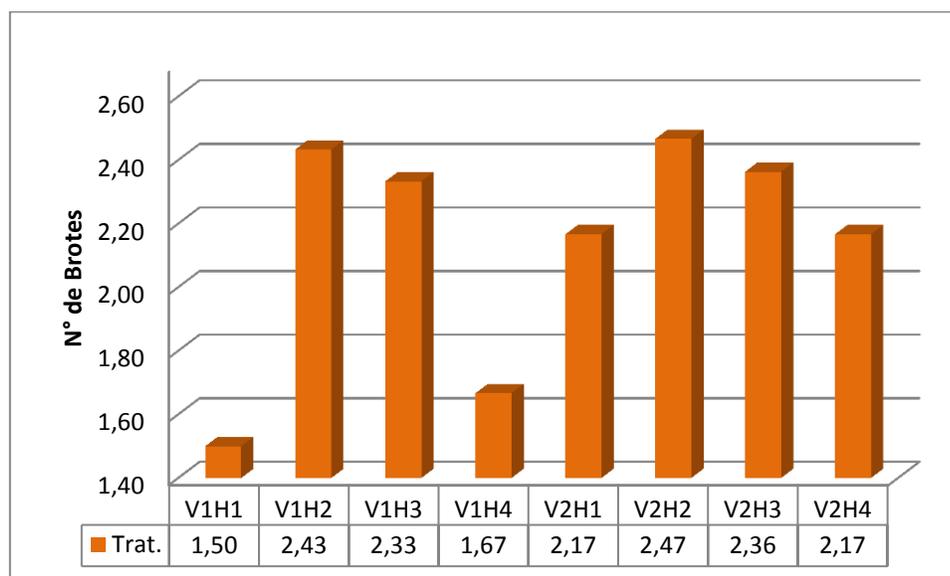
NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

De acuerdo al presente análisis de varianza se pudo establecer que estadísticamente a los 90 días de haber puesto las estacas no existen diferencias significativas entre tratamientos, bloques, factores, ni mucho menos en la interacción entre ambos factores respecto al número de brotes en ambas variedades contando con un promedio total de 2,14, debido a que el valor de la F calculada es menor que la tabulada, por lo cual no es necesario llevar a cabo la prueba de comparación de medias.

**Gráfico N°3. Número de brotes a los 90 Días**



En el presente grafico en relación al número de brotes a los 90 días, se tiene:

El mayor número de brotes para la variedad Bluecrisp fue alcanzado por el tratamiento T2(V1H2) con 2,43 brotes por estaca, mientras que el mayor número de brotes para el caso de la variedad Millennia lo alcanzó el tratamiento T6(V2H2) con 2,47 brotes por estaca.

#### 4.4. Altura de planta a los 30 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°18. Altura de planta (cm) a los 30 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	10,0	10,1	12,0	32,07	10,69
T2 (V1H2)	12,0	10,7	9,1	31,74	10,58
T3 (V1H3)	11,2	9,8	10,1	31,13	10,38
T4 (V1H4)	11,1	9,9	13,2	34,10	11,37
T5 (V2H1)	12,3	10,0	10,3	32,61	10,87
T6 (V2H2)	13,0	12,0	10,1	35,08	11,69
T7 (V2H3)	10,9	10,0	12,4	33,21	11,07
T8 (V2H4)	12,0	11,6	13,0	36,61	12,20
$\Sigma$	92,49	84,02	90,04	266,55	

$$\bar{X} = 11.10$$

En relación a la altura de planta a los 30 días, se tiene: la mayor altura promedio alcanzada se tiene en el tratamiento T8(V2H4) con 12,20 cm de altura, siguiendo en importancia el tratamiento T6(V2H2) con 11,69 cm de altura y el tratamiento que obtuvo menor tamaño fue T3 (V1H3) con 10,38 cm de altura.

**Cuadro N°19. Altura de planta (cm), por variedades y concentraciones de hormona a los 30 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	32,07	31,74	31,13	34,1	129,04	10,75
V2	32,61	35,08	33,21	36,61	137,51	11,46
$\Sigma$	64,68	66,82	64,34	70,71	266,55	
$\bar{X}$	10,78	11,14	10,72	11,79		

En el cuadro N°19 sobre la altura de planta se tiene:

La mayor altura fue alcanzada por la variedad V2 (Millennia) con 11,46 cm de altura y el menor valor lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 10,75 cm de altura.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor promedio en altura de planta lo tuvo H4 (1500 mg/lit) con 11,79 cm de altura, siguiendo en importancia la concentración H2 (500 mg/lit) con 11,14 cm de altura y por último quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H3 (1000 mg/lit) con 10,72 cm de altura.

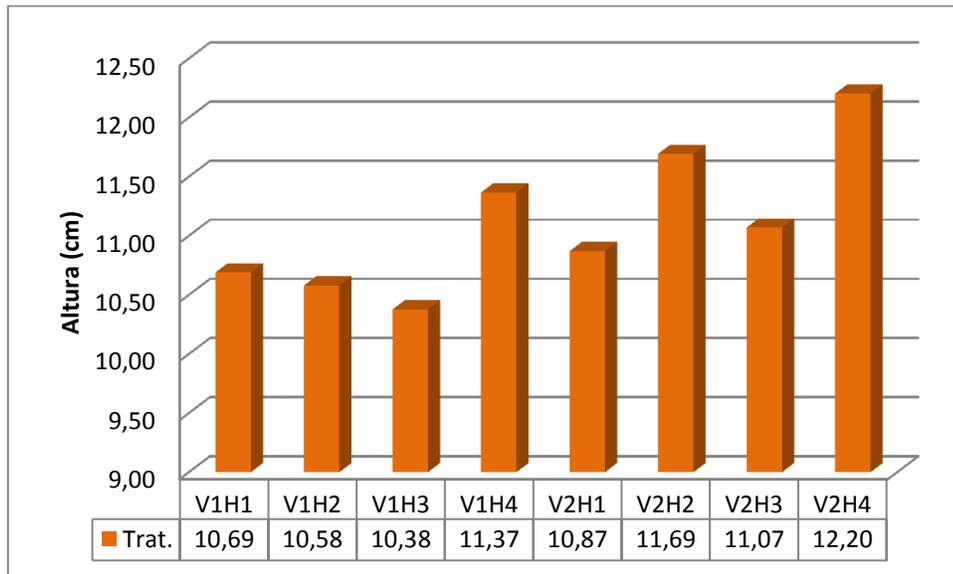
**Cuadro N°20. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para la altura de planta (cm) a los 30 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
Total	23	33,200				
Tratamientos	7	7,967	1,138	0,78 NS	2,77	4,28
Bloques	2	4,749	2,375	1,62 NS	3,74	6,51
Error Experimental	14	20,483	1,463			
Factor V	1	2,989	2,989	2,04 NS	4,6	8,86
Factor H	3	4,288	1,429	0,98 NS	3,34	5,56
Factor V/H	3	0,690	0,230	0,16 NS	3,34	5,56

**NS=** No significativo  
**\*** = Existe significancia  
**\*\*** = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza realizado se pudo establecer que estadísticamente a los 30 días de haber puesto las estacas no existen diferencias significativas entre tratamientos, bloques, factores, ni mucho menos en su interacción entre ambos factores respecto a la altura de plantas en ambas variedades, contando con un promedio de 11,1 cm de altura, debido a que el valor de la F calculada es menor que la tabulada, no es necesario llevar a cabo la prueba de comparación de medias.

**Gráfico N°4. Altura de planta (cm) a los 30 Días**



El presente grafico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar a los 30 días la variedad Millennia junto al tratamiento V2H4 (Variedad Millennia + 1500 mg/lit de IBA) alcanzando una altura promedio de 12,20 cm mientras que la variedad Bluecrisp alcanza su máximo valor junto al tratamiento V1H4 (Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de IBA) con un valor de 11,37 cm.

#### 4.5. Altura de planta a los 60 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°21. Altura de planta (cm) a los 60 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	13,1	13,3	13,2	39,6	13,20
T2 (V1H2)	13,4	13,3	13,1	39,8	13,27
T3 (V1H3)	12,8	13,2	13,0	39	13,00
T4 (V1H4)	12,7	12,9	12,9	38,5	12,83
T5 (V2H1)	13,4	15,2	14,8	43,52	14,51
T6 (V2H2)	13,3	14,6	13,7	41,72	13,91
T7 (V2H3)	12,9	13,1	12,6	38,68	12,89
T8 (V2H4)	14,6	14,5	15,3	44,48	14,83
$\Sigma$	106,32	110,22	108,76	325,3	

$$\bar{X} = 12$$

En relación a la altura de planta a los 60 días, se tiene: la mayor altura promedio alcanzada se tiene en el tratamiento T8(V2H4) con 14,83 cm de altura, siguiendo en importancia el tratamiento T5(V2H1) con 14.51 cm de altura y el tratamiento que obtuvo menor tamaño fue T4 (V2H1) con 12,83 cm de altura.

**Cuadro N°22. Altura de planta (cm), por variedades y concentraciones de hormona a los 60 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	39,6	39,8	39	38,5	156,90	13,08
V2	43,52	41,72	38,68	44,48	168,40	14,03
$\Sigma$	83,12	81,52	77,68	82,98	325,30	
$\bar{X}$	13,85	13,59	12,95	13,83		

En el cuadro N°22 sobre la altura de planta se tiene:

La mayor altura fue alcanzada por la variedad V2 (Millennia) con 14,03 cm de altura y el menor valor lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 13,08 cm de altura.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor promedio en altura de planta lo tuvo H1 (0 mg/l) con 13,85 cm de altura, siguiendo en importancia la concentración H4 (1500 mg/l) con 13,83 cm de altura y por último quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H3 (1000 mg/l) con 12,95 cm de altura.

**Cuadro N°23. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para la altura de planta (cm) a los 60 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	15,720				
<b>Tratamientos</b>	7	12,367	1,767	10,38 **	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	0,971	0,485	2,85 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	2,382	0,170			
<b>Factor V</b>	1	5,510	5,510	32,38 **	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	3,214	1,071	6,30 **	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	3,642	1,214	7,14 **	3,34	5,56

NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza realizado se pudo establecer que estadísticamente a los 60 días de haber puesto las estacas existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, factor V, factor H e incluso en la interacción entre ambos factores mientras que entre bloques no existe significancia, habiendo establecido la existencia de diferencias significativas es necesario llevar a cabo la prueba de comparación de medias.

**Cuadro N°24. Prueba de M.D.S. al 10% para la altura de planta (cm) a los 60 días**

MDS= 0,59		V2H4	V2H1	V2H2	V1H2	V1H1	V1H3	V2H3
		14,83	14,51	13,91	13,27	13,2	13	12,89
V1H4	12,83	2,00 *	1,68 *	1,08 *	0,44 NS	0,37 NS	0,17 NS	0,06 NS
V2H3	12,89	1,94 *	1,62 *	1,02 *	0,38 NS	0,31 NS	0,11 NS	
V1H3	13	1,83 *	1,51 *	0,91 *	0,27 NS	0,20 NS		
V1H1	13,2	1,63 *	1,31 *	0,71 *	0,07 NS			
V1H2	13,27	1,56 *	1,24 *	0,64 *				
V2H2	13,91	0,92 *	0,60 *					
V2H1	14,51	0,32 NS						

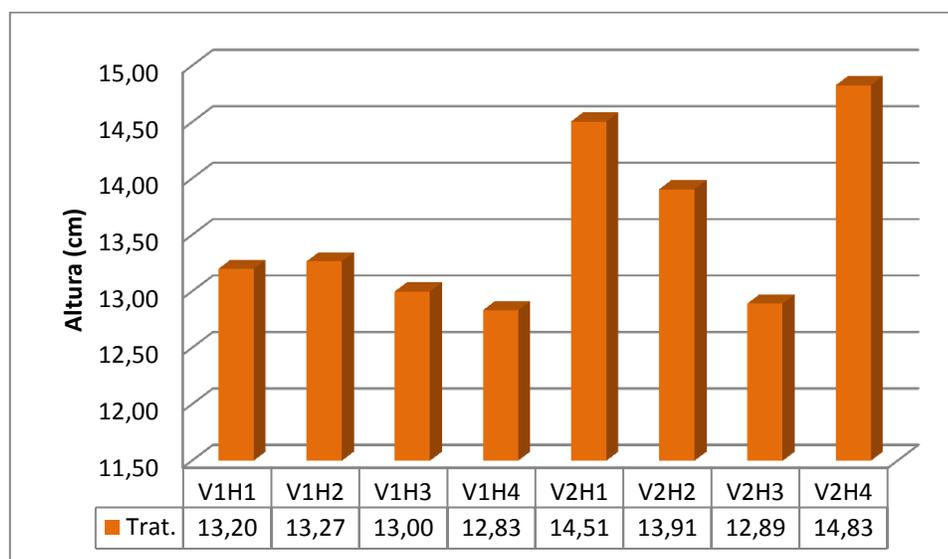
**Cuadro N°25. Orden de méritos de la M.D.S. para la altura de planta (cm) a los 60 días**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	cm	RANGO
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	14,83	a
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	14,51	a
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,91	b
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,27	c
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,20	c
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,00	c
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	12,89	c
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	12,83	c

Letras iguales según MDS no difieren al 10% de probabilidad

En el presente cuadro podemos deducir que V2H4 no difiere de V2H1 pero si difiere de todos los demás tratamientos, mientras que V2H2 difiere de todos los tratamientos, por último se tiene de que los tratamientos V1H2, V2H3, V1H3, V1H1 y V1H4 no difieren entre sí pero si difieren de los demás, todo este análisis debe ser tomado en cuenta que se lo realizo al 10% de probabilidad.

**Gráfico N°5. Altura de planta (cm) a los 60 Días**



El presente grafico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar a los 60 días la variedad Millennia junto al tratamiento T8(V2H4) alcanzando una altura promedio de 14,83 cm mientras que la variedad Bluecrisp alcanza su máximo valor junto al tratamiento T2(V1H2) con un valor de 13,27 cm.

#### 4.6. Altura de planta a los 90 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°26. Altura de planta (cm) a los 90 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	0	15,4	15,3	30,70	10,23
T2 (V1H2)	17,9	16,5	16,9	51,30	17,10
T3 (V1H3)	16,7	15,9	17	49,60	16,53
T4 (V1H4)	16,1	15,2	0	31,30	10,43
T5 (V2H1)	16,2	17,8	16,4	50,40	16,80
T6 (V2H2)	15,5	16,6	18,6	50,70	16,90
T7 (V2H3)	16,5	16,9	17	50,40	16,80
T8 (V2H4)	16,5	15,9	17,1	49,50	16,50
$\Sigma$	115,40	130,20	118,30	363,90	

$$\bar{X} = 15,16$$

En relación a la altura de planta a los 90 días, se tiene: la mayor altura promedio alcanzada se tiene en el tratamiento T2(V1H2) con 17,10 cm de altura, siguiendo en importancia el tratamiento T7(V2H3) con 16,90 cm de altura y el tratamiento que obtuvo menor tamaño fue T1 (V1H1) con 10,23 cm de altura.

**Cuadro N°27. Altura de planta (cm), por variedades y concentraciones de hormona a los 90 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	30,7	51,3	49,6	31,3	162,9	13,58
V2	50,4	50,7	50,4	49,5	201	16,75
$\Sigma$	81,1	102	100	80,8	363,9	
$\bar{X}$	13,52	17,00	16,67	13,47		

En el cuadro N°27 sobre la altura de planta se tiene:

La mayor altura fue alcanzada por la variedad V2 (Milennia) con 16,75 cm de altura y el menor valor lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 13,58 cm de altura.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor promedio en altura de planta lo tuvo H2 (500 mg/lit) con 17,00 cm de altura, siguiendo en importancia la concentración H3 (1000 mg/lit) con 16,67 cm de altura y por último quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H4 (1500 mg/lit) con 13,47 cm de altura.

**Cuadro N°28. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) para la altura de planta (cm) a los 90 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	517,176				
<b>Tratamientos</b>	7	187,396	26,771	1,19 NS	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	15,377	7,689	0,34 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	314,403	22,457			
<b>Factor V</b>	1	60,484	60,484	2,69 NS	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	67,341	22,447	1,00 NS	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	59,571	19,857	0,88 NS	3,34	5,56

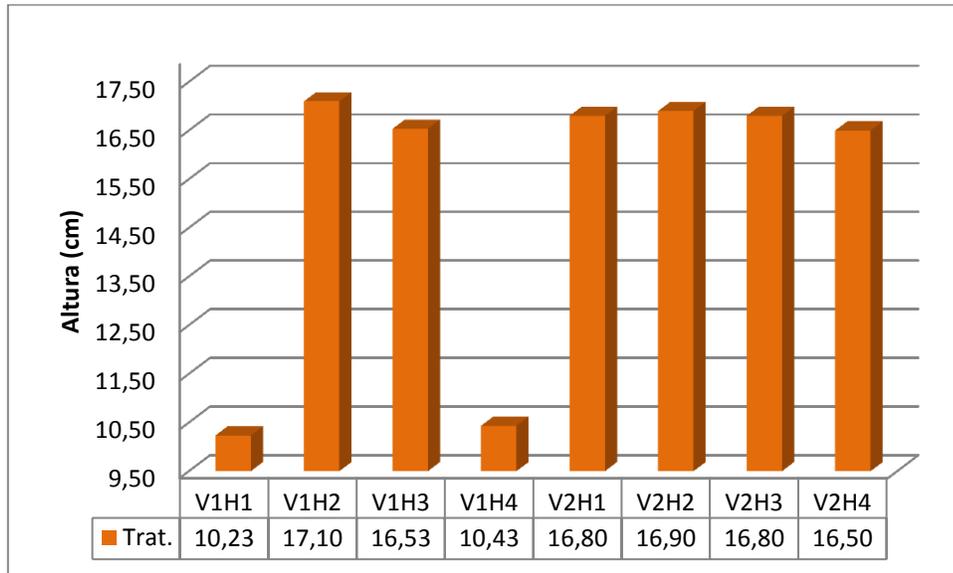
NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

De acuerdo al análisis de varianza realizado se pudo establecer que estadísticamente a los 90 días de haber puesto las estacas no existe diferencia significativa en ninguno de los casos como ocurrió en la evaluación a los 60 días, aspecto que puede ser atribuible a la pérdida del material del que fue objeto el experimento a lo largo de su investigación, lo cual redujo el número de muestras o estacas favoreciendo una leve homogeneidad en la presente variable en ambas variedades, fundamento por el cual no es justificable realizar la prueba de comparación de medias.

**Gráfico N°6. Altura de planta (cm) a los 90 Días**



El presente grafico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar a los 90 días la variedad Bluecrisp junto al tratamiento T2(V1H2) alcanzando una altura promedio de 17,10 cm mientras que la variedad Millennia alcanza su máximo valor junto al tratamiento T6(V2H2) con un valor de 16,90 cm.

#### 4.7. Porcentaje de brotación a los 30 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°29. Porcentaje de brotación a los 30 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	25	35	30	90	30,00
T2 (V1H2)	15	10	25	50	16,67
T3 (V1H3)	15	55	10	80	26,67
T4 (V1H4)	20	50	30	100	33,33
T5 (V2H1)	40	90	100	230	76,67
T6 (V2H2)	65	100	85	250	83,33
T7 (V2H3)	100	60	80	240	80,00
T8 (V2H4)	85	65	50	200	66,67
$\Sigma$	365	465	410	1240	

$$\bar{X} = 51.67$$

En relación al porcentaje de brotación a los 30 días, se tiene: el mayor porcentaje promedio alcanzado pertenece al tratamiento T6(V2H2) con 83,33%, siguiendo en importancia el tratamiento T7(V2H3) con 80,00% y el tratamiento que obtuvo menor porcentaje de brotación fue T2 (V1H2) con 16,67%.

**Cuadro N°30. Porcentaje de brotación, por variedades y concentraciones de hormona a los 30 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	90	50	80	100	320	26,67
V2	230	250	240	200	920	76,67
$\Sigma$	320	300	320	300	1240	
$\bar{X}$	53,33	50,00	53,33	50,00		

En el cuadro N°30 sobre el porcentaje de brotación se tiene:

El mayor porcentaje fue alcanzado por la variedad V2 (Milennia) con 76,67% y el menor valor lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 26,67%.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor porcentaje lo tuvo H1 (0 mg/lt) y H3 (1000 mg/lt) ambos con 53,33%, siguiendo en importancia las concentraciones H2 (500 mg/lt) con H4 (1500 mg/lt) ambas alcanzaron un 50% de brotación.

**Cuadro N°31. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el porcentaje de brotación a los 30 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
Total	23	21883,333				
Tratamientos	7	15933,333	2276,190	5,99 **	2,77	4,28
Bloques	2	627,083	313,542	0,82 NS	3,74	6,51
Error Experimental	14	5322,917	380,208			
Factor V	1	15000,000	15000,000	39,45 **	4,60	8,86
Factor H	3	66,667	22,222	0,06 NS	3,34	5,56
Factor V/H	3	866,667	288,889	0,76 NS	3,34	5,56

NS= No significativo  
 \* = Existe significancia  
 \*\* = Altamente significativo

Como se observa en el presente cuadro la F calculada es mayor que la tabulada en cuanto al factor tratamientos, factor V (variedad) donde existe alta significancia, a su vez no ocurre lo mismo para el factor H (concentración) y la interacción factor V/H (variedad/concentración), por lo que podemos concluir diciendo que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos así como también entre variedades, pero no sabemos entre cuales tratamientos existe esta significancia por lo que debemos aplicar una prueba de comparación de medias, la prueba de M.D.S.

**Cuadro N°32. Prueba de M.D.S. al 5% para el porcentaje de brotación a los 30 días**

MDS=34,07		V2H2	V2H3	V2H1	V2H4	V1H4	V1H1	V1H3
		83,33	80	76,66	66,66	33,33	30	26,66
V1H2	16,67	66,66 *	63,33 *	59,99 *	49,99 *	16,66NS	13,33NS	9,99 NS
V1H3	26,66	56,67 *	53,34 *	50,00 *	40,00 *	6,67 NS	3,34 NS	
V1H1	30	53,33 *	50,00 *	46,66 *	36,66 *	3,33NS		
V1H4	33,33	50,00 *	46,67 *	43,33 *	33,33NS			
V2H4	66,66	16,67NS	13,33NS	10,00NS				
V2H1	76,66	6,67 NS	3,34 NS					
V2H3	80	3,33 NS						

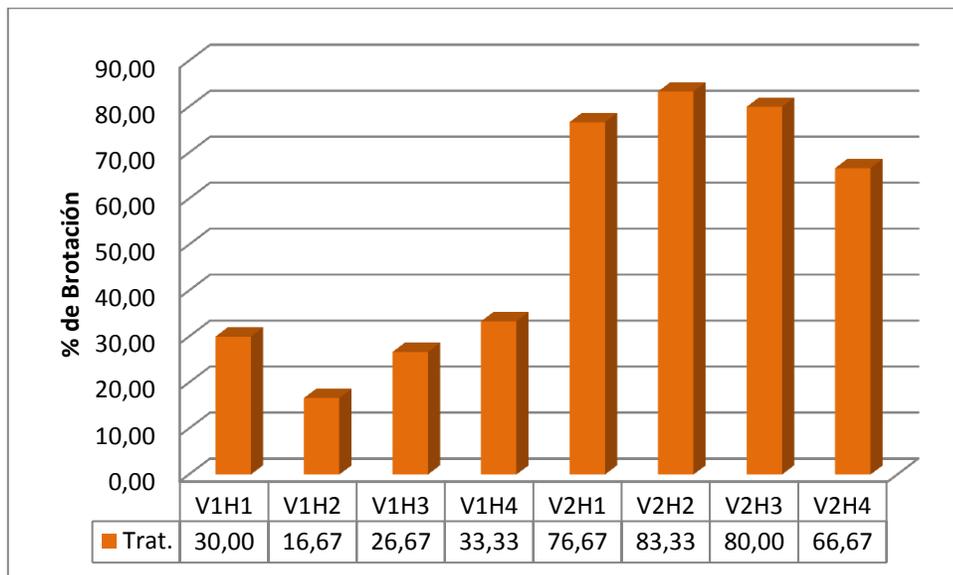
**Cuadro N°33. Orden de méritos de la M.D.S. para el porcentaje de brotación a los 30 días**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	%	RANGO
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	83,33	a
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	80	a
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	76,66	a
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	66,66	ab
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	33,33	b
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	30	c
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	26,66	c
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	16,66	c

Letras iguales según MDS no difieren al 5% de probabilidad

Al realizar la prueba de MDS al 5% de probabilidad del porcentaje de brotación a los 30 días, se encontró que los tratamientos V2H2, V2H3, V2H1, y V2H4 no difieren significativamente entre sí pero si de los demás y que a su vez estos obtuvieron el mayor porcentaje de brotación con el 83.3%, 80%, 76,6% y 66,6% respectivamente, V2H4 no difiere de V1H4, por ultimo V1H1, V1H3 y V1H2 no difieren entre si pero si de los demás tratamientos ubicándose muy por debajo de los valores ya mencionados. Dentro de la evaluación de los primeros 30 días se puede decir que si bien no es una evaluación determinante a la hora de poder brindar recomendaciones, podemos apreciar que empieza a surgir una diferencia entre variedades siendo la variedad Millennia la que mejor respuesta parece tener de momento con respecto a la variedad Bluecrisp.

**Gráfico N°7. Porcentaje de brotación a los 30 Días**



El presente gráfico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar a los 30 días la variedad Millennia junto al tratamiento T6(V2H2) alcanzando un porcentaje de 83,33% mientras que la variedad Bluecrisp alcanza su máximo valor junto al tratamiento T4(V1H4) con un valor de 33,33%.

#### 4.8. Porcentaje de brotación a los 60 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°34. Porcentaje de brotación a los 60 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	5	15	20	40	13,33
T2 (V1H2)	10	10	10	30	10,00
T3 (V1H3)	5	10	5	20	6,67
T4 (V1H4)	25	10	5	40	13,33
T5 (V2H1)	35	25	40	100	33,33
T6 (V2H2)	15	20	15	50	16,67
T7 (V2H3)	70	30	40	140	46,67
T8 (V2H4)	30	15	25	70	23,33
$\Sigma$	195	135	160	490	

$$\bar{X} = 20,42$$

En relación al porcentaje de brotación a los 60 días, se tiene: el mayor porcentaje promedio alcanzado se tiene en el tratamiento T7(V2H3) con 46,67%, siguiendo en importancia el tratamiento T5(V2H1) con 33,33% y el tratamiento que obtuvo menor porcentaje de brotación fue T3 (V1H3) con 6,67%.

**Cuadro N°35. Porcentaje de brotación, por variedades y concentraciones de hormona a los 60 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	40	30	20	40	130	10,83
V2	100	50	140	70	360	30,00
$\Sigma$	140	80	160	110	490	
	23,33	13,33	26,67	18,33		

En el cuadro N°35 sobre el porcentaje de brotación se tiene:

El mayor porcentaje de brotación fue alcanzado por la variedad V2 (Millennia) con un promedio de 30% y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 10,83%.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor porcentaje lo tuvo H3 (1000 mg/lit) con 26,67%, seguido en importancia H1 (0 mg/lit) con 23,33% y por ultimo quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H2 (500 mg/lit) con 13,33%.

**Cuadro N°36. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el porcentaje de brotación a los 60 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	5295,833				
<b>Tratamientos</b>	7	3829,167	547,024	6,18 **	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	227,083	113,542	1,28 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	1239,583	88,542			
<b>Factor V</b>	1	2204,167	2204,167	24,89 **	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	612,500	204,167	2,31 NS	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	1012,500	337,500	3,81 *	3,34	5,56

NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

Como se observa en el presente cuadro la F calculada es mayor que la tabulada, en tres factores como son tratamientos, factor V, así como también la interacción entre factores, pero a su vez no existe significancia entre bloques ni en el factor H. Debido a que se presentaron diferencias significativas e incluso altamente significativas es que se realiza la prueba de comparación de medias.

**Cuadro N°37. Prueba de M.D.S. al 10% para el porcentaje de brotación a los 60 días**

MDS=13,52		V2H3	V2H1	V2H4	V2H2	V1H4	V1H1	V1H2
		46,67	33,33	23,33	16,67	13,33	13,33	10
V1H3	6,67	40,00 *	26,66 *	16,66 *	10,00NS	6,66 NS	6,66 NS	3,33 NS
V1H2	10	36,67 *	23,33 *	13,33NS	6,67 NS	3,33 NS	3,33 NS	
V1H1	13,33	33,34 *	20,00 *	10,00NS	3,34 NS	0 NS		
V1H4	13,33	33,34 *	20,00 *	10,00NS	3,34 NS			
V2H2	16,67	30,00 *	16,66 *	6,66 NS				
V2H4	23,33	23,34*	10,00NS					
V2H1	33,33	13,34NS						

**Cuadro N°38. Orden de méritos de la M.D.S. para el porcentaje de brotación a los 60 días**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	%	RANGO
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	46,67	a
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	33,33	ab
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	23,33	bc
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	16,67	cd
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,33	cd
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butírico	13,33	cd
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico	10	cd
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico	6,67	d

Letras iguales según MDS no difieren al 10% de probabilidad

Al realizar la prueba de MDS al 10% de probabilidad del porcentaje de brotación a los 60 días tenemos que:

El tratamiento V2H3 no difiere de V2H1 pero si difiere de los demás tratamientos con un porcentaje de brotación del 46,6% y 33,3% respectivamente.

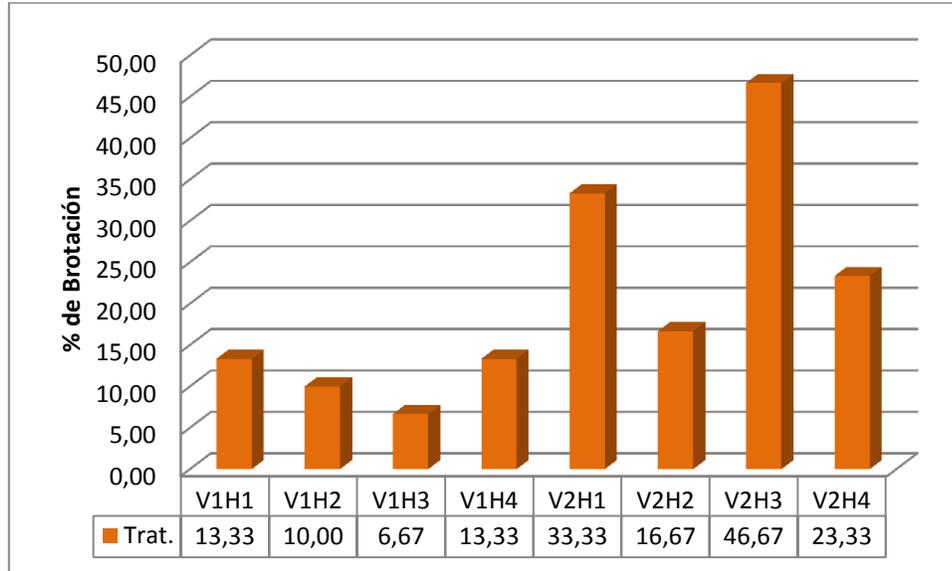
El tratamiento V2H1 no difiere de V2H4 pero si difiere de los demás tratamientos con un porcentaje igual 33,33% y 23,33% respectivamente.

El tratamiento V2H4 no difiere de V2H2, V1H4, V1H1 y V1H2 pero si difiere de los demás tratamientos.

El tratamiento V2H2 no difiere de los tratamientos V1H4, V1H1, V1H2 y V1H3 pero si difiere de los demás tratamientos.

Cabe mencionar que los primeros cuatro mejores tratamientos dentro de este cuadro corresponden a la variedad Millennia, lo que representa una gran diferencia de respuesta entre variedades ante el uso de un mismo producto y en las mismas condiciones ambas variedades.

**Gráfico N°8. Porcentaje de brotación a los 60 Días**



El presente gráfico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar a los 60 días la variedad Millennia junto al tratamiento T7(V2H3) alcanzando un porcentaje de 46,67% mientras que la variedad Bluecrisp alcanza su máximo valor junto a los tratamientos T1(V1H1) y T4(V1H4) en ambos casos con un 13,33% de brotación.

#### 4.9. Porcentaje de brotación a los 90 días

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°39. Porcentaje de brotación a los 90 días**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	0	5	5	10	3,33
T2 (V1H2)	5	15	10	30	10,00
T3 (V1H3)	10	10	10	30	10,00
T4 (V1H4)	5	5	0	10	3,33
T5 (V2H1)	5	10	5	20	6,67
T6 (V2H2)	10	15	15	40	13,33
T7 (V2H3)	30	35	5	70	23,33
T8 (V2H4)	5	10	5	20	6,67
$\Sigma$	70	105	55	230	

$$\bar{X} = 9,58$$

En relación al porcentaje de brotación a los 90 días, se tiene:

El mayor porcentaje promedio alcanzado se tiene en el tratamiento T7(V2H3) con 23,33%, siguiendo en importancia el tratamiento T6(V2H2) con 13,33% y los tratamientos que obtuvieron menor porcentaje de brotación fueron T1 (V1H1) y T4(V1H4) ambos con un promedio de 3,33%

**Cuadro N°40. Porcentaje de brotación, por variedades y concentraciones de hormona a los 90 días**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{x}$
V1	10	30	30	10	80	6,67
V2	20	40	70	20	150	12,50
$\Sigma$	30	70	100	30	230	
$\bar{x}$	5,00	11,67	16,67	5,00		

En el cuadro N°40 sobre el porcentaje de brotación se tiene:

El mayor porcentaje de brotación fue alcanzado por la variedad V2 (Milennia) con un promedio de 12,50% y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 6,67%.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor promedio en porcentaje lo tuvo H3 (1000 mg/lit) con 16,67%, siguiendo en importancia la concentración H2 (500 mg/lit) con 11,67% y por ultimo quien obtuvo resultados más bajos fueron las concentraciones H1 (0 mg/lit) y H4 (1500 mg/lit) ambas con 5,00%.

Si bien existen elevadas diferencias entre variedades al igual que en la evaluación llevada a cabo a los 60 días los porcentajes de prendimiento no se elevaron sino que más por el contrario estos descendieron de manera preocupante en ambas variedades.

**Cuadro N°41. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el porcentaje de brotación a los 90 días**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	1545,833				
<b>Tratamientos</b>	7	895,833	127,976	3,69 *	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	164,583	82,292	2,37 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	485,417	34,673			
<b>Factor V</b>	1	204,167	204,167	5,89 *	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	579,167	193,056	5,57 **	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	112,500	37,500	1,08 NS	3,34	5,56

NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

Como se observa en el presente cuadro la F calculada es mayor que la tabulada, en tres factores como son tratamientos, factor V y factor H, pero a su vez no existe significancia entre bloques ni en la interacción factor V/H, debido a que se presentaron diferencias significativas e incluso altamente significativas es que se realiza la prueba de comparación de medias.

**Cuadro N°42. Prueba de M.D.S. al 10% para el porcentaje de brotación a los 90 días**

MDS=8,46		V2H3	V2H2	V1H3	V1H2	V2H4	V2H1	V1H4
		23,33	13,33	10	10	6,67	6,67	3,33
V1H1	3,33	20,00 *	10,00 *	6,67 NS	6,67 NS	3,34 NS	3,34 NS	0 NS
V1H4	3,33	20,00 *	10,00 *	6,67 NS	6,67 NS	3,34 NS	3,34 NS	
V2H1	6,67	16,66 *	6,66 NS	3,33 NS	3,33 NS	0 NS		
V2H4	6,67	16,66 *	6,66 NS	3,33 NS	3,33 NS			
V1H2	10	13,33 *	3,33 NS	0 NS				
V1H3	10	13,33 *	3,33 NS					
V2H2	13,33	10 *						

**Cuadro N°43. Orden de méritos de la M.D.S. para el porcentaje de brotación a los 90 días**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	%	RANGO
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico	23,33	a
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	13,33	b
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico	10	bc
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	10	bc
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	6,67	bc
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico	6,67	bc
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	3,33	c
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico	3,33	c

Letras iguales según M.D.S. no difieren al 10% de probabilidad

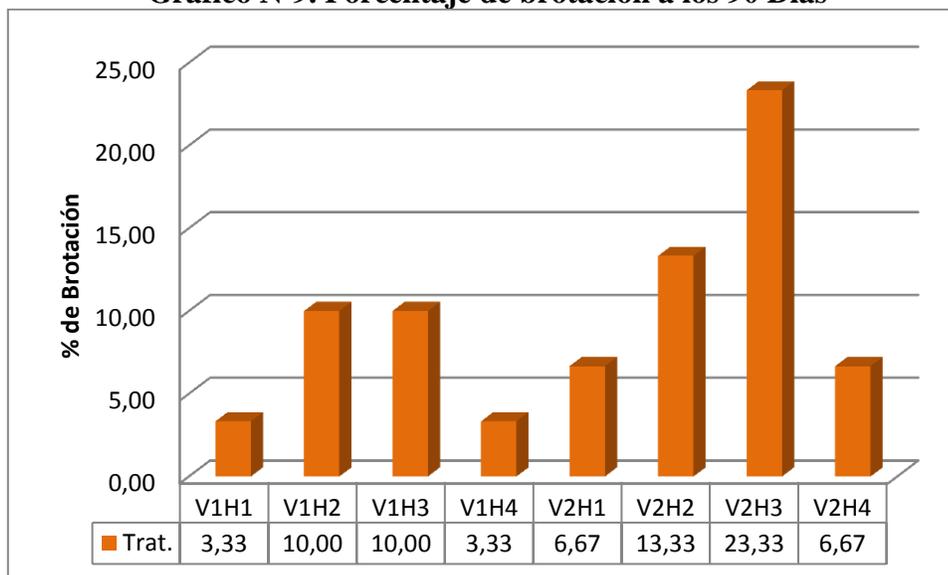
Al realizar la prueba de M.D.S. al 10% de probabilidad del porcentaje de brotación a los 90 días tenemos que:

El tratamiento V2H3 difiere de todos los demás tratamientos con un porcentaje de brotación del 23,33%.

El tratamiento V2H2 no difiere de V1H3, V1H2, V2H4 y V2H1 pero si difiere de los demás tratamientos.

El tratamiento V1H3 no difiere de V1H2, V2H4, V2H1, V1H4 y V1H1 pero si difiere de los demás tratamientos.

**Gráfico N°9. Porcentaje de brotación a los 90 Días**



El presente grafico nos demuestra la superioridad que llego a alcanzar a los 90 días el tratamiento V2H3 (Variedad Millennia + 1000 mg/lt de ácido indol-3-butírico) alcanzando un porcentaje de brotación del 23,33% mientras que el valor inferior pertenece a los tratamientos V1H1 (Variedad Bluecrisp + 0 mg/lt de ácido indol-3-butírico) y V1H4 (Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lt de ácido indol-3-butírico) ambos con un porcentaje de brotación promedio de 3,33%.

Si bien a medida que se realizaba cada evaluación los porcentajes como ser de brotación iban bajando de manera preocupante esto se debe a que en cada evaluación que se realizaba existía menos material a evaluar, debido al deceso de las mismas como se mencionó anteriormente que iniciaba con la coloración marrón en la estaca y se terminaba reduciéndola.

#### 4.10. Porcentaje de Enraizamiento

Los mismos se presentan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N°44. Porcentaje de enraizamiento**

Trat.	I	II	III	$\Sigma$	$\bar{X}$
T1 (V1H1)	0	5	0	5	1,67
T2 (V1H2)	5	15	10	30	10,00
T3 (V1H3)	10	10	10	30	10,00
T4 (V1H4)	5	5	0	10	3,33
T5 (V2H1)	5	5	5	15	5,00
T6 (V2H2)	10	15	15	40	13,33
T7 (V2H3)	30	35	5	70	23,33
T8 (V2H4)	5	10	5	20	6,67
$\Sigma$	70	100	50	220	

$$\bar{X} = 9,17$$

En relación al porcentaje de Enraizamiento, se tiene:

El mayor porcentaje promedio alcanzado se tiene en el tratamiento T7(V2H3) con 23,33%, siguiendo en importancia el tratamiento T6(V2H2) con 13,33% y el tratamiento que obtuvo menor porcentaje fue T1 (V1H1) con un promedio de 1,67%

**Cuadro N°45. Porcentaje de enraizamiento, por variedades y concentraciones de hormona**

	H1	H2	H3	H4	$\Sigma$	$\bar{X}$
V1	5	30	30	10	75	6,25
V2	15	40	70	20	145	12,08
$\Sigma$	20	70	100	30	220	
$\bar{X}$	3,33	11,67	16,67	5,00		

En el cuadro N°45 sobre el porcentaje de enraizamiento se tiene:

El mayor porcentaje de enraizamiento fue alcanzado por la variedad V2 (Milennia) quien demuestra una mayor capacidad de enraizamiento con un promedio de 12,08% y el menor valor lógicamente lo tiene la variedad V1 (Bluecrisp) con 6,25%.

En cuanto a la concentración de IBA el mayor promedio en porcentaje lo tuvo H3 (1000 mg/lit) con 16,67%, siguiendo en importancia la concentración H2 (500 mg/lit) con 11,67% y por ultimo quien obtuvo resultados más bajos fue la concentración H1 (0 mg/lit) con 3,33%.

**Cuadro N°46. Esquema de Análisis de Varianza (ADEVA) para el porcentaje de enraizamiento**

Fuentes de Variación (Fv)	Grados de Libertad (gl)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C.M.)	Relación F (Fc)	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	23	1633,333				
<b>Tratamientos</b>	7	1083,333	154,762	5,53 **	2,77	4,28
<b>Bloques</b>	2	158,333	79,167	2,83 NS	3,74	6,51
<b>Error Experimental</b>	14	391,667	27,976			
<b>Factor V</b>	1	204,167	204,167	7,30 *	4,6	8,86
<b>Factor H</b>	3	683,333	227,778	8,14 **	3,34	5,56
<b>Factor V/H</b>	3	112,500	37,500	1,34 NS	3,34	5,56

NS= No significativo

\* = Existe significancia

\*\* = Altamente significativo

Como se observa en el presente cuadro la F calculada es mayor que la tabulada, en los presentes casos como son factor V la diferencia es significativa, mientras que entre tratamientos y en el factor H la diferencia es altamente significativa, pero no ocurre lo mismo en la interacción entre factores V/H y en bloques en donde no existe diferencia significativa, debido a que se presentaron diferencias significativas e incluso altamente significativas es que se realiza la prueba de comparación de medias.

**Cuadro N°47. Prueba de M.D.S. al 10% para el porcentaje de enraizamiento**

MDS=7,60		V2H3	V2H2	V1H3	V1H2	V2H4	V2H1	V1H4
		23,33	13,33	10,00	10,00	6,67	5,00	3,33
V1H1	1,67	21,66 *	11,66 *	8,33 *	8,33 *	5,00 NS	3,33 NS	1,66 NS
V1H4	3,33	20,00 *	10,00 *	6,67 NS	6,67 NS	3,34 NS	1,67 NS	
V2H1	5,00	18,33 *	8,33 *	5,00 NS	5,00 NS	1,67 NS		
V2H4	6,67	16,66 *	6,66 NS	3,33 NS	3,33 NS			
V1H2	10,00	13,33 *	3,33 NS	0,00 NS				
V1H3	10,00	13,33 *	3,33 NS					
V2H2	13,33	10,00 *						

**Cuadro N°48. Orden de méritos de la M.D.S. para el porcentaje de enraizamiento**

Nº	TRAT.	DESCRIPCIÓN	%	RANGO
T7	V2H3	Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico	23,33	a
T6	V2H2	Variedad Millennia + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	13,33	b
T3	V1H3	Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butirico	10,00	bc
T2	V1H2	Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	10,00	bc
T8	V2H4	Variedad Millennia + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	6,67	bcd
T5	V2H1	Variedad Millennia + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico	5,00	cd
T4	V1H4	Variedad Bluecrisp + 1500 mg/lit de ácido indol-3-butirico	3,33	cd
T1	V1H1	Variedad Bluecrisp + 0 mg/lit de ácido indol-3-butirico	1,67	d

Letras iguales según MDS no difieren al 10% de probabilidad

Al realizar la prueba de MDS al 10% de probabilidad del porcentaje de enraizamiento tenemos que:

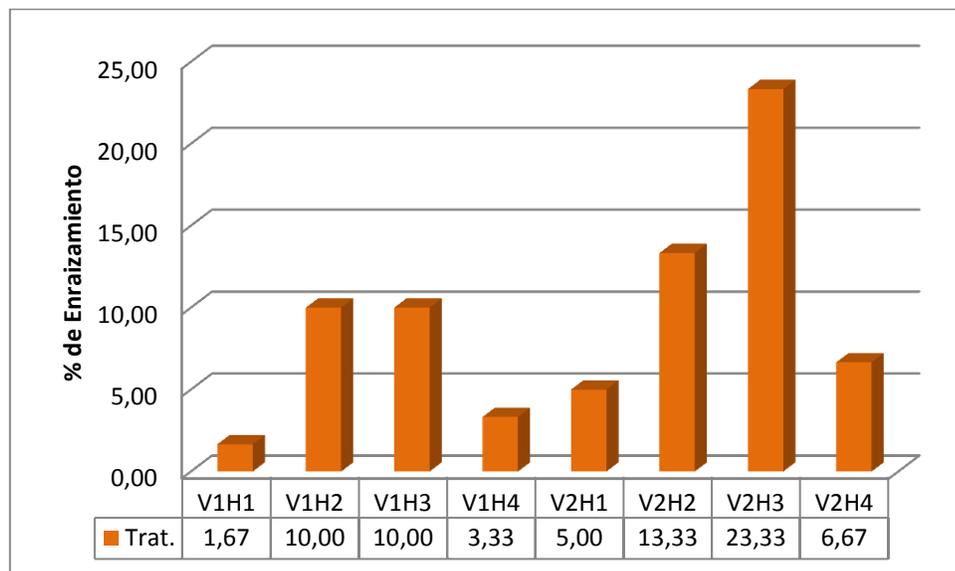
El tratamiento V2H3 difiere de todos los demás tratamientos con un porcentaje de brotación del 23,33% teniendo un porcentaje superior frente a los demás tratamientos.

El tratamiento V2H2 no difiere de V1H3, V1H2 y V2H4 pero si difiere de los demás tratamientos.

El tratamiento V1H3 no difiere de V1H2, V2H4, V2H1 y V1H4 pero si difiere de los demás tratamientos.

El tratamiento V2H4 no difiere de V2H1, V1H4 y V1H1 pero si difiere de los demás tratamientos, siendo estos cuatro tratamientos los que más bajos resultados obtuvieron.

**Gráfico N°10. Porcentaje de enraizamiento**



El presente gráfico nos demuestra la superioridad que llegó a alcanzar en cuanto a la capacidad de enraizamiento la variedad Millennia con el tratamiento V2H3 (Variedad Millennia + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico) alcanzando un porcentaje de enraizamiento promedio de 23,33%, en tanto que para la variedad Bluecrisp fueron 2 concentraciones que lograron igual resultado y estos fueron los tratamientos V1H2 (Variedad Bluecrisp + 500 mg/lit de ácido indol-3-butírico) y V1H3 (Variedad Bluecrisp + 1000 mg/lit de ácido indol-3-butírico), ambas alcanzando un 10% de enraizamiento.

Comparando nuestros resultados con trabajos similares tenemos que:

Castrillon junto con sus colaboradores (2008) encontraron que para estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) que es una especie del mismo género del arándano el mejor tratamiento fue el de 200 mg.lt<sup>-1</sup> de AIB, aplicando a la base de las estacas; este tratamiento produjo después de 2 meses, un 18.7% de enraizamiento y un promedio de 3.3 raíces por estaca.

Por otro lado tenemos el estudio de Celik H. junto con Odabas M. (2008) en su investigación titulada Modelación matemática de las aplicaciones de ácido indol-3-butirico, en el enraizamiento de arándano alto del norte (*Vaccinium corymbosum L.*), con recortes de madera blanda, donde se realizó la inmersión de los cortes en la solución enraizante por un lapso de 2 minutos, concluyen que la concentración más efectiva de IBA se calculó como 641,69 ppm (que es igual a 641,69 mg/lit de IBA) para el máximo porcentaje de enraizamiento.

Por ultimo contamos con la bibliografía citada por Gough Robert E. (1991), donde mencionan que 0,8% de IBA más el 15% de disulfuro de tetraetiltiuram (Hormo Root C) dieron buenos resultados para la propagación de estacas de Arándanos.

Como podemos ver no solo en estas bibliografías sino también en las anteriores mencionadas el IBA es bastante utilizado en la propagación de esta especie siendo recomendable por algunos investigadores, a su vez cabe recalcar que las concentraciones que fueron eficientes en la presente investigación no están lejos de las recomendadas por distintos autores para ciertas variedades.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo de investigación se pudo tener las siguientes conclusiones:

Se puede concluir que la variedad Bluecrisp tiene baja capacidad de emitir raíces y brotes de estacas de madera blanda; frente a la variedad Millennia mientras que esta última ofrece una leve facilidad para emitir raíces y brotes, logrando la variedad Millennia alcanzar un 12,08% de enraizamiento del total, mientras que Bluecrisp alcanza un porcentaje de enraizamiento del 6,25% del total.

Respecto a las concentraciones de IBA que fueron evaluadas (0 mg/lit; 500 mg/lit; 1000 mg/lit; 1500 mg/lit), la concentración que brindó mejores resultados fue 1000 mg/lit de IBA. Cabe recalcar que el tiempo de inmersión de las estacas en la solución del ácido fue de 10 minutos.

El mayor porcentaje de enraizamiento fue alcanzado por la variedad Millennia con la concentración 1000 mg/lit de IBA logrando alcanzar un 23,33% de enraizamiento. Mientras que Bluecrisp alcanza su máximo porcentaje de enraizamiento junto a las concentraciones 500 mg/lit y 1000 mg/lit de IBA logrando un 10% de enraizamiento en ambos casos.

Dando respuesta a nuestra hipótesis planteada podemos deducir que, el arándano tiene diferente respuesta en cuanto a la emisión de raíces ante el uso de distintas concentraciones de IBA al utilizarlo a este como un agente enraizante.

Al haber realizado el seguimiento periódico en campo se pudo constatar de que al menos en esta oportunidad el material alcanzó su brotación plena dentro de los primeros 30 días pasado este tiempo incluso antes algunos de los cortes fueron prestados marrón a partir de la base hacia la parte superior o viceversa y se redujo finalmente. La supervivencia de las estacas fue aproximadamente del 10% y esto no fue dependiente del tratamiento con auxina.

## CAPÍTULO VI

### RECOMENDACIONES

Al comparar cuatro concentraciones de IBA (ácido indol-3-butírico) en dos variedades de arándano se obtuvieron resultados independientes para cada variedad, cabe recalcar que los resultados que se obtuvieron en la presente investigación son recomendables para estacas primaverales (esquejes) y no así para estacas de invierno (leñosas):

Para la variedad Millennia que fue la que mejor comportamiento obtuvo en esta investigación, 1000 mg/lit de IBA es recomendable puesto que con dicha concentración se alcanzó un porcentaje de enraizamiento de 23,33%, a su vez se recomienda realizar investigaciones de similar carácter pero con concentraciones que oscilen entre los 800 mg/lit a 1200 mg/lit de IBA puesto que de esta manera se podrá determinar cuál es la concentración que nos permitiría mejores resultados para esta variedad.

Para la variedad Bluecrisp fueron 500 mg/lit y 1000 mg/lit de IBA quienes obtuvieron los más elevados resultados en cuanto respecta al enraizamiento ambos con un 10%, de ahí es que 500 mg/lit de IBA es lo recomendable y esto es debido a términos económicos considerando el elevado precio del IBA además de su gran dificultad para conseguirlo en nuestro medio, a su vez se recomienda realizar investigaciones de similar carácter pero con concentraciones que oscilen entre los 300 mg/lit a 1200 mg/lit de IBA ya que, si bien se encontraron dos concentraciones con la misma respuesta todavía queda la duda de cuál es mejor y por ende más eficiente.

En cuanto al pH del sustrato, si bien no fue una variable objeto de estudio se recomienda realizar aplicaciones de agua acidificada de manera más recurrente puesto que en la presente investigación tan solo dos veces se realizó esta acción lo cual permitió que el pH no se mantenga como se pretendía y más por el contrario este valor se elevó según análisis de pH de 4.94 en un inicio a 5.8 al finalizar la investigación.

Se recomienda realizar más investigaciones de similar carácter a la expuesta en esta oportunidad debido a que en nuestro medio no se cuenta con grandes experiencias en cuanto a la obtención de plantines a partir de estacas herbáceas, ya que puede ser vista como una oportunidad para aprovechar el material excedente que se produzca dentro de esta temporada en ciertas especies agrícolas.

Se recomienda realizar estudios enfocándose a la época de extracción de estacas, la posición de la estaca (basal, intermedia o apical) que puede brindar mejores resultados así como también el tiempo de inmersión de las estacas en la solución de IBA puesto que en estos aspectos no existe regla general alguna que pueda brindar datos a partir de los cuales se pueda trabajar en una investigación.

Se recomienda, que para trabajar con estacas herbáceas o de otro tipo lo mejor es poder contar con un invernadero sofisticado con tecnología puesto que trabajar en otras condiciones con este tipo de material es exponerlo a grandes riesgos, e incluso los resultados serían desfavorables, un invernadero que sea capaz de poder brindar temperaturas estables y bien controladas, además de nebulizadores y/o niebla intermitente que juntas brinden condiciones propicias al material a propagar.