

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**Nutrición sintética y su respuesta foliar y radicular
en cultivo de Arándano (*Vaccinium corymbosum.*) Var. Arana**

Por:

Aurora Gisela Hernández Pérez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Nutrición sintética y su respuesta foliar y radicular
en cultivo de Arándano (*Vaccinium corymbosum.*) Var. Arana

Por:

Aurora Gisela Hernández Pérez

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar
Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


Ing. Adefemisoye Femi Tope
Vocal externo


Ing. Rodrigo Cedillo Osornio
Vocal suplente externo


M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la división de carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Nutrición sintética y su respuesta foliar y radicular
en cultivo de Arándano (*Vaccinium corymbosum.*) Var. Arana

Por:

Aurora Gisela Hernández Pérez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Rubén López Salazar
Asesor principal



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor



Ing. Adefemisoye Femi Tope
Coasesor externo



Ing. Rodrigo Cedillo Osornio
Coasesor externo



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la división de carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

DEDICATORIA

A mis padres Ignacio Hernández y Elverina Pérez que gracias a sus esfuerzos y sacrificios he logrado terminar mis estudios, gracias a sus consejos, amor, cariño, confianza y enseñanzas por ser mi motivó de vida, han sido fundamentales para mi éxito.

A mi pareja Jasai Gonzalez por su apoyo y confianza incondicional, también por su motivación y cariño por estar conmigo en las buenas y las malas.

A mis hermanas Luz María y patricia Estefani por su apoyo y cariño incondicional.

A mi amigo José Andrés Montaña, gracias por tu apoyo y tus consejos tu amistad sincera.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por haber formado parte de ella y brindarme el conocimiento, capacidades agronómico durante la trayectoria de la carrera.

Al Dr. Rubén López Salazar

Gracias a su apoyo, asesoramiento en tesis en esta última etapa de la universidad, por su amistad y comprensión, durante el desarrollo de este proyecto, mi admiración y respeto por el apoyo incondicional que me brinda.

Al Ing. Rodrigo Cedillo Osornio

Gracias por su amistad, cariño y asesoría durante este proyecto.

Al ing. Francisca Sánchez Bernal

Gracias a su asesoría y enseñanzas en el transcurso de la carrera y este proyecto.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPOTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen	3
Importancia de la producción del arándano	3
Importancia económica Nacional	3
Importancia económica internacional.....	4
Taxonomía	4
Descripción botánica.....	5
Variedades de arándano.....	6
Importancia de la nutrición de micros enraizantes	7
Importancia de la nutrición de micros en forma foliar.....	7
Importancia económica en la producción de maya sombra o agricultura protegida	8
Plagas y enfermedades	8
MATERIALES Y METODOS.....	10
Diseño estadístico.....	10
Desarrollo del experimento	12
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	18
Análisis de Variables de la planta y la hoja.	18
Conclusión	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de enraizantes.....	10
Cuadro 2. Foliar y Enraizantes compuesto.....	11
Cuadro 3. Aplicaciones de tratamientos.....	12
Cuadro 4.- Análisis de varianza altura de planta arándano.....	18
Cuadro 5.- Análisis de varianza tallo de planta.....	19
Cuadro 6.- Análisis de varianza brotes de la planta.....	20
Cuadro 7.- Análisis de varianza largo de la hoja.....	21
Cuadro 8.- Análisis de varianza Ancho de la hoja.....	22
Cuadro 9.- Análisis de varianza peso de la hoja.....	23
Cuadro 10.- Análisis de varianza de la clorofila de la hoja.....	24
Cuadro 11.- Análisis de varianza Ph de la hoja.....	25
Cuadro 12.- Análisis de varianza CE de la hoja.....	26
Cuadro 13.- Análisis de varianza Na de la hoja.....	27
Cuadro 14.- Análisis de varianza Ca de la hoja.....	28
Cuadro 15.- Análisis de varianza K de la hoja.....	29
Cuadro 16.- Análisis de varianza NO ₃ de la hoja.....	30
Cuadro 17.- Análisis de varianza Brix de la hoja.....	31
Cuadro 18.- Análisis de varianza altura de planta.....	32
Cuadro 19.- Análisis de varianza tallo de planta.....	33
Cuadro 20.- Análisis de varianza brotes de planta.....	34
Cuadro 21.- Análisis de varianza largo de hoja.....	35
Cuadro 22.- Análisis de varianza Ancho de hoja.....	36
Cuadro 23.- Análisis de varianza peso de hoja.....	37
Cuadro 24.- Análisis de varianza clorofila de hoja.....	38

Cuadro 25.- Análisis de varianza Ph de hoja.....	39
Cuadro 26.- Análisis de varianza CE de hoja	40
Cuadro 27.- Análisis de varianza Na de hoja	41
Cuadro 28.- Análisis de varianza Ca de hoja	42
Cuadro 29.- Análisis de varianza K de hoja	43
Cuadro 30.- Análisis de varianza NO3 de hoja.....	44
Cuadro 31.- Análisis de varianza brix de hoja	45

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRAFICAS

Figura 1. El peso de las soluciones disueltas en agua.....	12
Figura 2. variables de la planta.	13
Figura 3. Medición y peso de hoja.....	13
Figura 4. Extracto de hojas.	14
Figura 5. Datos de pH, CE	14
Figura 6. kit de monitoreo (Na, Ca, K, NO3).	15
Figura 7. contenido de azucares.	15
Figura 8. Medición de clorofila.....	16
Figura 9. Preparación foliar.	16
Figura 10. Preparación de enraizante.	17
Grafica 11.- Agrupación de medias de la altura de planta de arándano Var. Arana.	18
Grafica 12.- Agrupación de medias del tallo de la planta arándano Var. Arana. ...	19
Grafica13.- Agrupación de medias de brotes de la planta arándano Var. Arana. .	20
Grafica 14.- Agrupación de medias del largo de hoja arándano Var. Arana.	21
Grafica15.- Agrupación de medias de ancho de hoja arándano Var. Arana.	22
Grafica 16.- Agrupación de medias del peso de hoja arándano Var. Arana.....	23
Grafica 17.- Agrupación de medias de clorofila de la hoja de arándano Var. Arana.	24
Grafica 18.- Agrupación de medias de el pH de la hoja arándano Var. Arana.	25
Grafica 19.- Agrupación de medias de CE de la hoja arándano Var. Arana.	26
Grafica 20.- Agrupación de medias de Na de la hoja arándano Var. Arana.....	27
Grafica 21.- Agrupación de medias de Ca de la hoja arándano Var. Arana.....	28
Grafica 22.- Agrupación de medias de K de la hoja arándano Var. Arana.	29

Grafica 23.- Agrupación de medias de NO ₃ de la hoja arándano Var. Arana.	30
Grafica 24.- Agrupación de medias de brix de la hoja arándano Var. Arana.....	31
Grafica 25.- Agrupación de medias de la altura de planta arándano Var. Arana. .	32
Grafica 26.- Agrupación de medias del tallo de planta arándano Var. Arana.....	33
Grafica 27.- Agrupación de medias de brotes de planta arándano Var. Arana.	34
Grafica 28- Agrupación de medias de largo de la hoja arándano Var. Arana.	35
Grafica 29.- Agrupación de medias de ancho de la hoja arándano Var. Arana....	36
Grafica 30.- Agrupación de medias de peso de la hoja arándano Var. Arana.....	37
Grafica 31.- Agrupación de medias de clorofila de la hoja arándano Var. Ar.....	38
Grafica 32.- Agrupación de medias de pH de la hoja arándano Var. Arana.....	39
Grafica 33.- Agrupación de medias de CE de la hoja arándano Var. Arana.	40
Grafica 34.- Agrupación de medias de Na de la hoja arándano Var. Arana.....	41
Grafica 35.- Agrupación de medias de Ca de la hoja arándano Var. Arana.....	42
Grafica 36.- Agrupación de medias de K de la hoja arándano Var. Arana.....	43
Grafica 37.- Agrupación de medias de NO ₃ de la hoja arándano Var. Arana.	44
Grafica 38.- Agrupación de medias de brix de la hoja arándano Var. Arana.....	45

RESUMEN

El arándano de género *Vaccinium* y familia *Ericácea*, cuenta con más de 450 especies en el continente Americano, los enraizantes son productos que se emplean para favorecer el desarrollo de las raíces, estimulándolas, haciendo que crezcan y aumentando sus niveles de absorción de agua y nutrimentos, la aplicación foliar se utiliza como complemento a la fertilización del suelo, en el presente experimento se evaluaron las variables altura, tallo, brotes, clorofila, pH, CE, Na, Ca, K, NO₃, °Brix, en la etapa de crecimiento vegetativo, los tratamientos del experimento 1 son T1 Multiquel-com 2.5 g, T2 multiquel-com 5 g, T3 multiquel-com 10 g, T4 Minors 2.5 g, T5 minors 5 g, T6 minors 10 g, T7 testigo, para el experimento 2 se utilizaron los mismos tratamientos, administrados vía foliar y suelo; en los resultados obtenidos del experimento 1 y 2 el tratamiento 1, las variables de altura, ancho de hoja, peso de hoja, pH, CE, Na, Ca, K y NO₃, resultaron sobresalientes, por lo que con una sola aplicación de los compuestos el cultivo respondió de manera adecuada.

Palabras clave: *Arándano, Enraizantes, Foliar, Nutrición, Fertilidad*

INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo a nivel internacional. Países productores. En el Continente Americano en la parte Sur existen tres especies *V. floribundum* Kunth, *V. corymbodendron* Ruiz & Pav. ex Dunal y *V. meridionale* Swartz, una de las variedades comerciales suele ser *biloxi* (Meléndez Jácome *et al.*, 2021).

AREX (2013) cita: el arándano crece como un arbusto, según la especie es la altura de la planta, compuesta por hojas simples, dispuestas de manera alterna en las ramas, la planta de arándano es de interés económico a nivel mundial, cantidad de antioxidantes, proteínas, vitaminas y fibras ayudan a que las plántulas puedan adaptarse a diferentes condiciones climáticas (Salgado-Vargas *et al.*, 2018).

Jalisco es uno de los productores principales de berries en México, gracias a que goza de diversos factores como tecnología, climas, condiciones edáficas, brindan un desarrollo adecuado al cultivo, Secretaria de agricultura y desarrollo rural (2018).

Uso de los enraizadores como fertilizantes. Los enraizantes aportan micro nutrimentos las cuales contiene Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, para las funciones vitales de la planta, se complementan con algunas aplicaciones foliares (Strik *et al.*, 2010).

los foliares quelatados con micro nutrimentos son asimilables por el cultivo, precursores para la corrección de deficiencias de elementos, (*Química Foliar* 2017).

OBJETIVO

Evaluar la aplicación de soluciones sintéticas vía foliar y radicular en el desarrollo del cultivo de Arándano.

HIPOTESIS

H_i-La nutrición sintética tendrá un efecto en la respuesta del cultivo de arándano vía foliar y radicular.

H_a-Por lo menos un tratamiento de nutrición sintética tiene efecto positivo en cultivo de arándano vía foliar y radicular.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

En el Sur de América, se reportaron tres especies: *V. floribundum* Kunth, *V. corymbodendron* Ruiz & Pav. ex Dunal y *V. meridionale* Swartz, se encuentran distribuidas en el área mencionada, la variedad utilizada suele ser la *V. corymbodendrum* y entre estas, la variedad *Biloxi* (Meléndez Jácome *et al.*, 2021). la planta de arándano es un arbusto perenne comúnmente de hojas caducas de la familia Ericáceas y del género *vaccinium* (Baldomero *et al.*, 2017).

las especies de *vaccinium* se denominan por ser arbustos de una altura media, cuenta con hojas simples, caducifolias, en forma ovalada, el fruto es de forma esférica con colores que pueden variar de negros o azulados (Ormazábal *et al.*, 2020).

Importancia de la producción del arándano

El arándano es la cuarta frutilla de mayor interés económico a nivel mundial, además de contar con alto contenido de antioxidantes, proteínas, fibras y vitaminas, su resistencia y adaptabilidad a condiciones climáticas adversas lo han llevado a poder acoplarse a microclimas tropicales y subtropicales (Salgado-Vargas *et al.*, 2018).

Los arbustos de género *vaccinium* y familia *Ericácea* están formados por más de 450 especies con una amplia distribución en el continente americano con 25% de especies nativas, un 40% se encuentran en Asia, África y Madagascar (Song y Hancock, 2011).

Importancia económica Nacional

Jalisco es el productor número uno en México, su tecnología de producción, y condiciones edafológicas, climáticas, son adecuadas para la producción del arándano, este requiere un manejo especializado en su comercialización, Secretaria de agricultura y desarrollo rural (2018).

Los tres principales estados productores de arándano son Jalisco, Michoacán y Sinaloa los cuales registran una producción anual de 36,700 toneladas, Secretaría de agricultura y desarrollo rural (2018).

El octavo país productor de arándano en los últimos años ha sido México, con ventas de 490 millones de dólares y un crecimiento anual de 15.5%, Secretaría de agricultura y desarrollo rural (2023).

En la década de los 90, el mercado de frutas y hortalizas ha desarrollado un incremento de ventas, inicio todo con una pequeña gama de productos para consumo de alimentación, adquiriendo un gran mercado como productos frescos o secos (Montero M. *et al.*, 2009).

Importancia económica internacional

Uno de los principales países consumidores de frutilla o blueberries, es Estados Unidos esto ha provocado el crecimiento industrial de arándano, ya que los productores al tener un mercado estable han ido creciendo y consolidando negocios con otros países árabes, asiáticos, Secretaría de agricultura y desarrollo rural (2018).

Los principales países de exportación del mercado de arándano, es Estados Unidos con el 95.4% de la comercialización mundial de arándanos, contando con un 4.6% de exportación, Japón, China, Singapur, países bajos, Canadá, Bélgica, Italia, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Reino Unido, Secretaría de agricultura y desarrollo rural (2018).

Taxonomía

Clasificación taxonómica

La planta de arándano se clasifica según la siguiente manera, Hassler, (2022).

Reino: *Plantae*.

División: *Angiospermae*.

Clase: *Dicotyledoneae*.

Orden: *Ericales*.

Familia: *Ericaceae*.

Sub familia: *Vaccinieae*.

Género: *Vaccinium*.

Especie: *V. corymbosum L.*

Nombre común: *Arándano var. Biloxi*.

Descripción botánica.

el cultivo de arándano contiene antioxidantes, y vitaminas A,B y C, aporta potasio, fibra y ayuda al sistema inmunológico a combatir enfermedades, Secretaria de agricultura y desarrollo rural (2023).

La fruta de arándano pertenece al grupo de berries, con sabores agridulces con un corto tiempo de conservación una vez cosechado, es considerado una baya ya que el fruto es carnoso, Benavides (2013).

La forma de la frutilla es esférica según la especie puede variar el diámetro y su color puede presentar tonalidades de azul claro a un azul oscuro intenso, de piel tersa, una pulpa jugosa, sabor agridulce, Benavides (2013).

AREX (2013) explica que la planta de arándano se desarrolla en forma de arbustos dependiendo la especie será la altura que podrá obtener la planta, cuenta con hojas simples distribuidas de una forma alterna a lo largo del tallo, donde se encuentran los estomas.

Los suelos aptos para sembrar el cultivo de arándano son arenosos, franco arenoso o arcillosos y ácidos con pH 4 a 5, con poca profundidad, húmedos, con buen drenaje durante los meses de verano, AREX (2013).

La planta de arándano tiene una ausencia de pelos radiculares, raíces fibrosas superficiales, no retiene humedad, en tiempo de sequía la planta sufre de estrés

hídrico, lo cual se puede evitar con riegos preventivos o lluvias, la etapa con más exigencia de agua es en el crecimiento y maduración de frutos, Benavides (2013).

Raíz: Se encuentran en los primeros 40 cm son fibrosas y superficiales, no tiene pelos absorbentes, las raíces jóvenes son las encargadas de la absorción, estas desempeñan el transporte mediante el xilema y floema los cuales llevan el agua y minerales esenciales para que la planta desarrolle correctamente sus procesos fisiológicos (Rubio *et al.*, 2010).

Hojas: Tienen formas alternas y ramas largas, se caracteriza por un verde pálido dependiendo la zona o época del año, en otoño se tornan rojizas (Rubio *et al.*, 2010)

Flores: Son inflorescencias axilares que se encuentran en las yemas, los colores son blancos, rosas están compuestas por 4 a 5 pétalos y 8 a 10 estambres, cuando alcanza su madurez fisiológica el polen se libera y comienza el proceso de polinización (Rubio *et al.*, 2010).

Fruto: De forma esférica, tamaños y colores que pueden variar según la especie, existe una cantidad de semilla dentro del ovario, se desarrolló la fruta se presenta diferentes tonalidades las cuales son verde, rojos, morados, negros azulados (Rubio *et al.*, 2010).

Variedades de arándano

Biloxi: La variedad biloxi es de un tallo erecto, vigoroso, productivo, es una fruta precoz con un tamaño de baya mediana de un color azul y sabor dulce, este cultivo no requiere tantas horas frío como las de más var, además de haber sido creada para obtener polinización cruzada con la var. Misty, Benavides (2013).

Misty: Cuenta con una alta calidad en el fruto, un atractivo color, un tamaño, el arbusto es de copa pequeña y firme, tiende a producir demasiadas flores tiene un óptimo rendimiento de frutillas y pocas hojas, sus horas frío pueden variar de 150 a 200 horas, Benavides (2013).

Legacy: Tiene un alto rendimiento a condiciones climáticas adversas en bajas temperaturas y altas, con tallos vigorosos y productivos, su fruta es de tamaño medio con un sabor más dulce en comparación de las otras, la calidad está por

encima de la demás variedad, cuenta con una vida de anaquel 8 días con una temperatura de 4.5°, Benavides (2013).

O'Neal: Es de un crecimiento moderadamente óptimo con tallos erectos, vigorosos, un sabor entre dulce y ácido, sus requerimientos van de 200 a 300 horas frío, se adapta bien a las condiciones de las zonas sur y norte de Chile (GONZALEZ *et al.*, *n.d.*2017).

Duke: Ha logrado adaptarse a casi todo el plano a nivel mundial, es una planta precoz, con calidad, sabor suave pero agradable al paladar, no presenta cambios de sabores aun siendo sometidos a las cámaras de frío, Benavides (2013).

Jewel: Debido a que florece en primavera se convierte en una planta precoz, contiene grandes cantidades de inflorescencia, teniendo como resultado frutos grandes, de sabor dulce pero ligeramente ácido, la fruta toma un color azul claro, GONZALEZ *et al.*, *n.d.*2017).

Emerald: Es una var. que se adapta a todas las estaciones del año, contiene frutas de color azul claro, de excelente sabor, con una adaptación a campo abierto, suelos pesados, suelos con un mal drenaje, resistente a *Phytophthora* y enfermedades de la madera, (GONZALEZ *et al.*, *n.d.*2017).

Importancia de la nutrición de micros enraizantes

Suministra elementos directamente a la zona de la raíz, reduce el gasto de fertilizantes y provee un control de la concentración de nutrientes en la solución del suelo (Retamales y Hancock, 2012).

La aplicación de enraizantes de micro nutrientes no siempre se puede dar ya que se llegan a presentar condiciones adversas las cuales limitan la misma para la planta, en todo caso se necesitan aplicaciones foliares para cubrir estas necesidades (Strik *et al.*, 2010).

Importancia de la nutrición de micros en forma foliar

El cultivo de arándano es plantado en suelos ácidos donde la mayoría de elementos aparecen de forma no disponible para la planta, los fertilizantes foliares, edáficos

aportan beneficios al desarrollo de hojas, tallos, brotes y raíces, estos cuentan con microelementos y macroelementos para la misma (Rubio *et al.*, 2010).

Los fertilizantes foliares elaborados con micro nutrientes quelatados, son más fáciles de asimilar por las plantas, pueden ser transportados de manera directa dentro de la misma, son útiles para prevención y corrección de deficiencias nutricionales *Química Foliar* (2017).

La fuerza del quelato es necesaria para evitar precipitaciones y también permitir que los metales lleguen a ser liberados para que la planta lleve a cabo sus procesos metabólicos *Química Foliar* (2017).

Las aplicaciones foliares buscan proveer los nutrimentos más rápido a los tejidos, hojas, flores o frutos, cuando son necesarios (Strik *et al.*, 2010).

Importancia económica en la producción de maya sombra o agricultura protegida

El uso de nuevos materiales como poli sombras, túneles de plásticos, micro túneles, invernaderos, han aumentado la producción del arándano, proporcionando climas óptimos para el desarrollo del cultivo, evitando también heladas, tormentas, lluvias, las cuales pueden causar problemas en el desarrollo de la planta como en floración, fructificación (Retamal, 2015).

La poli sombra e invernaderos tiene como ventaja los cambios ambientales, luz, temperatura, humedad relativa lo que favorece a la planta en sus etapas fisiológicas, teniendo en cuenta un buen riego, aireación, evitando algún tipo de estrés (Retamal, 2015).

Plagas y enfermedades

Trips: Son insectos que se encuentra en las flores, llegando hacer una plaga que puede limitar el crecimiento de la planta de arándano, se caracteriza por ser de un tamaño pequeño, estos bichos se alimentan de la flor obstruyendo en la polinización (Torres, C 2015).

La mosca de la fruta: Afecta en el desarrollo del cultivo ya que sus larvas crecen dentro del fruto ocasionando, pérdidas de calidad, caídas prematuras, daños económicos (Flores, 2018).

Botritis o podredumbre: Sus síntomas se presentan por marchitamiento, manchas de tono marrón en las hojas, oscurecimiento en los pétalos, manchas circulares grises en brotes jóvenes, sus causas son por fuertes lluvias, bajas temperaturas, es más fácil de propagarse por la cantidad de esporas afectando los racimos de flores, fruto (Torres, 2015).

Pudrición radical: Se desarrolla dentro del entorno de la planta y después alojándose en la misma, ocasionando brotes muertos, necrosis en la base, lento desarrollo radicular algunos síntomas son clorosis y necrosis en la punta de las hojas, follaje rojizo, defoliación y falta de vigor (France, 2013).

Armillariosis: Presentan una consistencia corchosa, la corteza frágil, el milesio de color blanco y con forma de abanico, en las raíces primarias se encuentra milesios que se entrelazan entre ellos causando cordones por los cuales se colonizan entre la demás planta (Hong *et al.*, 2005; France, 2013).

Cancrosis del cuello: Se desarrolla en la base de la planta de arándano inicia con clorosis y se pone rojiza en los bordes de las hojas, marchitez del follaje, se llegan a presentar en las ramas enfermas necrosis parcial dentro de la misma en forma de abanico lo cual al infectar toda la rama causa la muerte (Pedreros y Rebolledo, 2009; France, 2013).

Antracnosis: Se presenta por la alta humedad relativa, desarrolla mayor cantidad de conidios, se contamina por exudados, heridas, a medida que va avanzando el fruto se deshidrata y queda cubierto por conidios (García y García, 2007; France, 2013).

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área experimental

El presente experimento se realizó en Chaparaco Michoacán, en el Rancho las Naves el cual está ubicado en latitudes 19°57'36"N longitud 102°15'39"W.

Diseño estadístico

El acomodo del experimento fue de bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 unidades experimentales o repeticiones, para el experimento 1.

Se realizó un experimento 2 en bloques al azar con 7 tratamientos y 4 unidades experimentales. Los datos se organizaron en una matriz en el programa Excel y analizaron en el programa estadístico minitab 20. El experimento 1 consistió en la aplicación de una mezcla de compuestos al suelo. El experimento 2 fue el uso de los mismos compuestos y la adición de un adherente, su aplicación se realizó al suelo y de manera foliar.

Los compuestos utilizados son quelatos inorgánicos comerciales con la siguiente composición: hierro (Fe) 7.50%, Manganeso (Mn) 3.50%, Zinc (Zn) 0.70%, Cobre (Cu) 0.28%, Boro (B) 0.65, Molibdeno (Mo) 0.26%, Ácidos Fúlvicos 1.50%.

Los tratamientos del experimento 1 aplicados vía riego, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Contenido de enraizantes.

Tratamiento	Compuesto	Cantidad %
T1	Multiquel	2.5
T2		5
T3		10
T4	Minors	2.5
T5		5
T6		10
T7	Nutrición inorgánica	

Los tratamientos del experimento 2 se aplicaron los mismos compuestos en la planta vía riego y foliar se muestran en las siguientes tablas:

Cuadro 2. Foliar y Enraizante.

Tratamiento vía riego	Compuesto	Cantidad %
T1	Multiquel	2.5
T2		5
T3		10
T4	Minors	2.5
T5		5
T6		10
T7	Nutrición inorgánica	

Tratamiento vía foliar	Compuesto	Cantidad % + 2mL ⁻¹ de adherente
T1	Multiquel	2.5
T2		5
T3		10
T4	Minors	2.5
T5		5
T6		10
T7	Nutrición inorgánica	

Las aplicaciones del experimento 1 y 2 se realizaron durante las siguientes fechas:

Cuadro 3. Fecha de aplicaciones de tratamientos.

Día	Mes	Año
9	Marzo	2024
15		
22		
29		
5	Abril	

Desarrollo del experimento

Las aplicaciones realizadas en el experimento 1 y 2, como lo indica el cuadro 3 y con los tratamientos señalados, fueron las siguientes:

Se pesaron las diferentes cantidades de los compuestos en una balanza gramera, fueron disueltos en 2 litros de agua. se utilizaron vasos de precipitados de 1 litro para medir la cantidad de agua. se aplicó de manera directa a las plantas, 160 ml de la solución. estas aplicaciones se realizaban por lo general de 7 a 8 de la mañana.



Figura 1. El peso de las soluciones disueltas en agua.

Viernes 12 de abril del 2024, se recolectaron datos de la planta a las 8 am, en los cuales se midieron todos los tratamientos, los brotes con una cinta métrica, se tomó el grosor del tallo con un vernier digital de 12 pulgadas 30 cm Electronic digital caliper, se cuantificaron los nuevos brotes, se anotaron los datos en una libreta para luego pasarlos a la computadora.



Figura 2. variables de la planta.

Martes 16 de abril del 2024, en vasos de plásticos enumerados del 1 al 7 por tratamientos, se recolectaron 60 hojas por repetición con un total de 420, se tomaron 12 hojas completamente al azar, se midieron con una regla el largo y ancho, para después pesarlo en una báscula Pocket scale.



Figura 3. Medición y peso de hoja.

Con una licuadora Oster se molió las hojas de los tratamientos y con un colador se filtró el líquido para colocarlo en frascos en numerados los cuales se obtuvieron muestras para analizarlas.



Figura 4. Extracto de hojas.

pH: Se utilizó un potenciómetro HI9813-6 para medir la cantidad de sales o acidez, agregándose jugo de las hojas en un tubo centrifuga de 20 ml, se introdujo el sensor a la muestra para obtener el valor del pH.

CE: Con un conductímetro HI9813-6 se agregó el extracto de las hojas en un tubo centrifuga de 20 ml, se introdujo el sensor a la muestra para obtener el valor de CE.



Figura 5. Datos de pH, CE.

Con el kit de monitoreos de nutrientes LAQUAtwin (Na, Ca, K, NO₃), se calibraron,

1. Con soluciones estándar 150 y 2000 se colocó en el sensor, con el botón calibración, esperó el icono de la cara feliz.
2. Se limpiaron los sensores con agua destilada.



Figura 6. kit de monitoreo (Na, Ca, K, NO₃).

Brix: Con una gota del extracto de la hoja se determinó el contenido de sacarosa, utilizó refractómetro Atago Automatic, el resultado obtenido en los tratamientos fue de 1 a 2 gramos.



Figura 7. contenido de azúcares.

23 de abril del 2024, se utilizó un medidor de clorofila opti-sciences CCM-200 Plus, en cada tratamiento se sacaron 60 datos de las hojas, por todas fueron 420, al terminar pasarlos a la computadora con un cable USB conectado al aparato de clorofila.



Figura 8. Medición de clorofila.

Las aplicaciones realizadas en el experimento 2, en las fechas indicadas con los tratamientos señalados, fueron como siguen:

Los tratamientos se aplicaron en un horario de 8 a 9 de la mañana; en cubetas de 20 litros de agua para la aplicación. Se pesaron las cantidades de los compuestos agregando 2 ml de adherente y surfactante el cual contiene Alcohol tricíclico polioxietilenado, compuesto acidificante, propilenglicol, se aplicó de manera foliar con una bomba manual de marca swissmex lola20, una cantidad de 160 ml de la solución sobre la planta.



Figura 9. Preparación foliar.

De 9 a 10 de la mañana se llenó la cubeta de agua para la aplicación vía al suelo se pesaron las cantidades diferentes, en 2 litros de agua con una cuchara se disolvió, se utilizaron vasos precipitados de 1 litro para medir la cantidad de agua, se aplicó de manera directa la raíz de la planta, una cantidad de 160 ml de la solución, la aplicación se hizo por 5 semanas.



Figura 10. Preparación de enraizante.

El experimento 2 fue el mismo procedimiento del experimento 1 en la toma de datos las cuales fueron altura, grosor, brotes, clorofila, PH, CE, Na, Ca, K, NO₃, BRIX, en las fechas indicadas y los materiales utilizados.

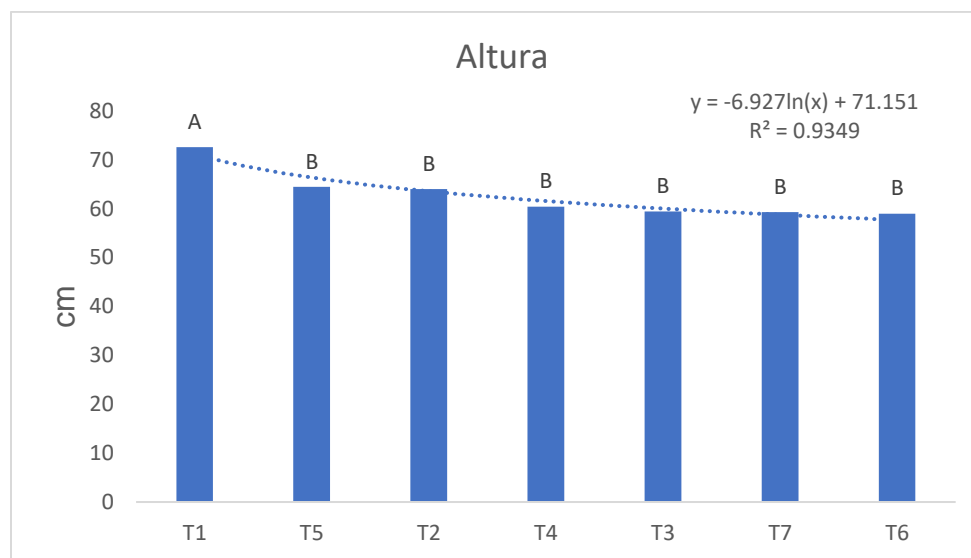
RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis de Variables de la planta y la hoja.

Cuadro 4.- Análisis de varianza altura de planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	1734	289.05	6.62	0.000
Error	77	3361	43.65		
Total	83	5095			

En la variable de altura de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 4, en la gráfica 11 de la viable de altura indica, el T1 es superior al T7 en un 9%, seguido del T5 en un 22% y del T2 con un 8% respectivamente.

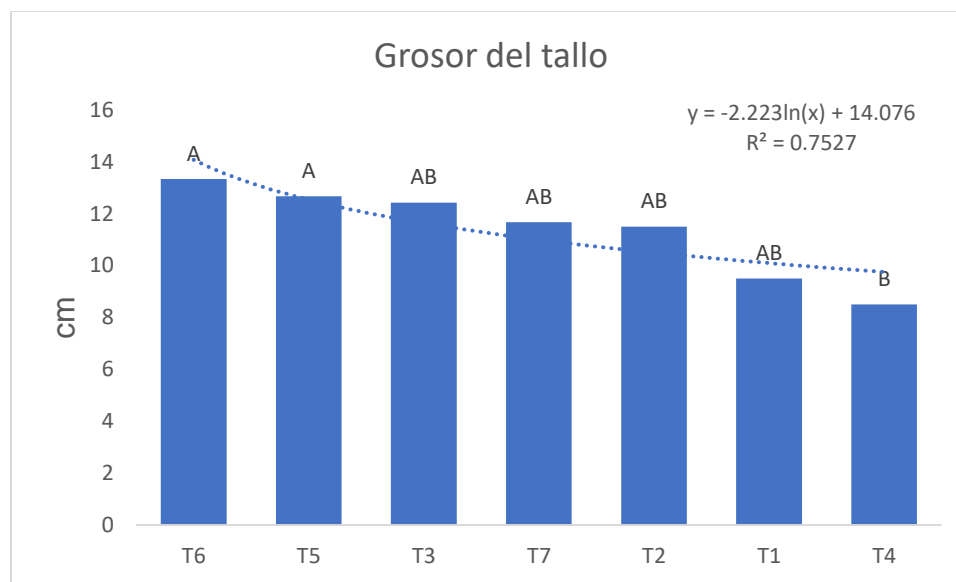


Grafica 11.- Agrupación de medias de la altura de planta de arándano Var. Arana.

Cuadro 5.- Análisis de varianza del tallo de la planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	445.6	74.268	10.71	0.000
Error	77	533.8	6.932		
Total	83	979.4			

En la variable del tallo de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 5, en la gráfica 12 de la viable de tallo indica, el tratamiento 6 es superior al T7 en un 8%, seguido del T5 en un 1% y del T1 con un 4% respectivamente.

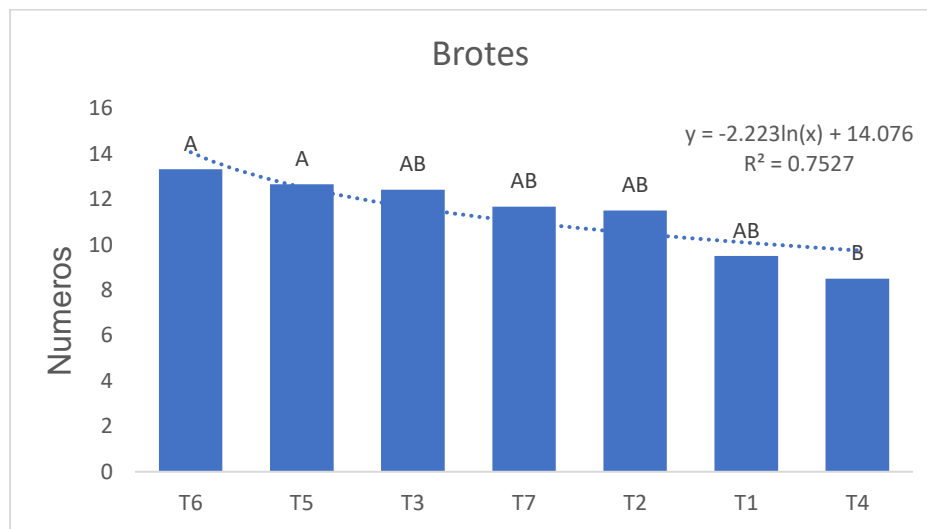


Grafica 12.- Agrupación de medias del tallo de la planta arándano Var. Arana.

Cuadro 6.- Análisis de varianza brotes de la planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	221.6	36.94	3.25	0.007
Error	77	873.9	11.35		
Total	83	1095.6			

En la variable de brotes de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 6, en la gráfica 13 de la viable de brotes indica, el T6 es superior al T7 en un 5%, seguido del T5 en un 2% y del T3 con un 8% respectivamente.



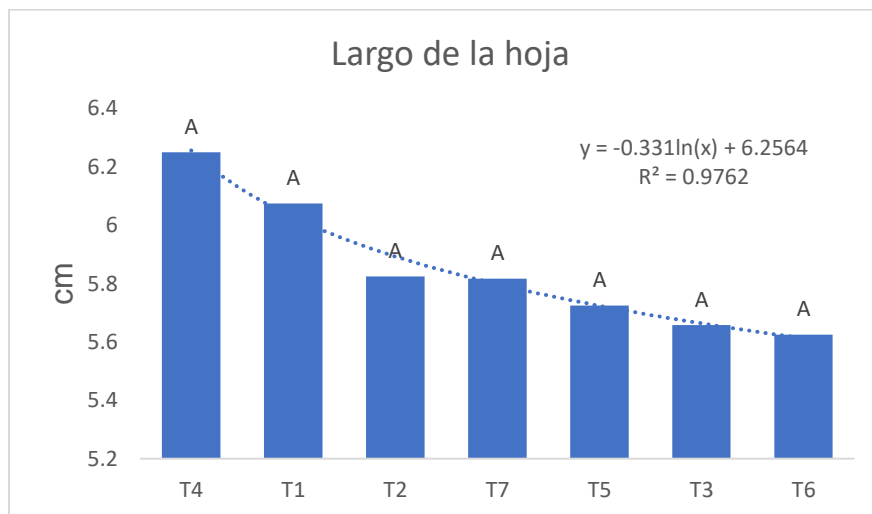
Grafica13.- Agrupación de medias de brotes de la planta arándano Var.

Arana.

Cuadro 7.- Análisis de varianza largo de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	3.783	0.6305	1.55	0.174
Error	77	31.366	0.4073		
Total	83	35.149			

En la variable del largo de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 7, en la gráfica 14 de la viable del largo indica, el tratamiento T4 es superior al T7 en un 7%, seguido del T1 en un 4% y del T2 con un 0.13% respectivamente.

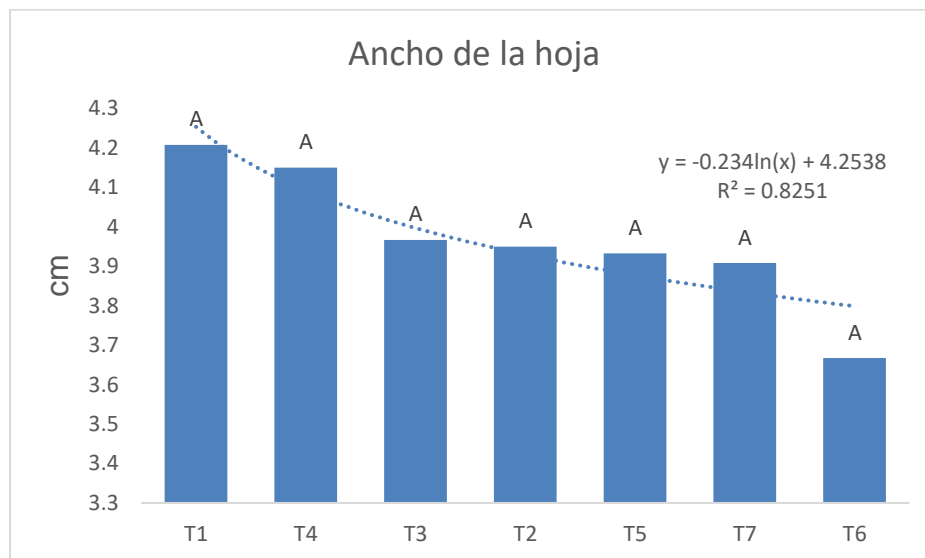


Grafica 14.- Agrupación de medias del largo de hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 8.- Análisis de varianza ancho de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	2.241	0.3735	1.83	0.103
Error	77	15.678	0.2036		
Total	83	17.920			

En la variable de ancho de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 8, en la gráfica 15 de la viable de ancho indica, el tratamiento T1 es superior al T7 en un 8%, seguido del T4 en un 6% y del T3 con un 6% respectivamente.

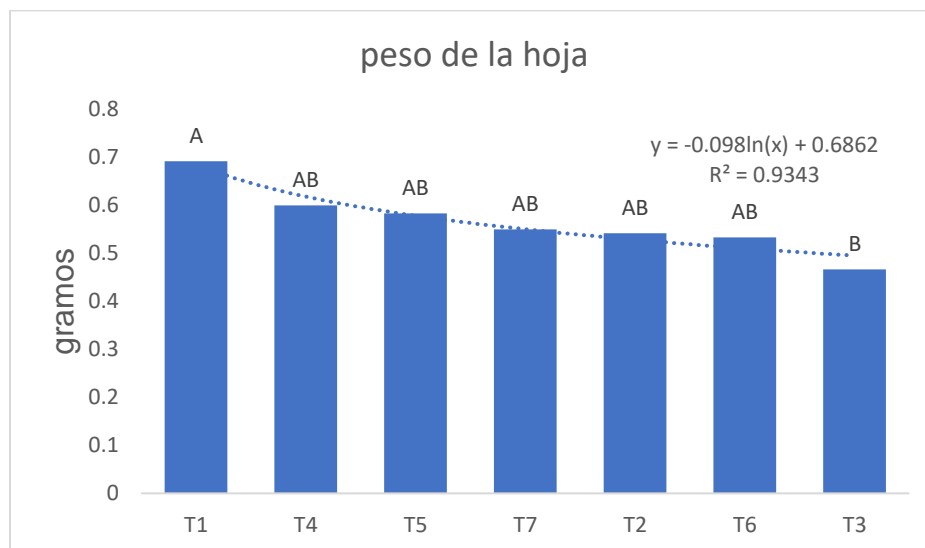


Grafica15.- Agrupación de medias de ancho de hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 9.- Análisis de varianza peso de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	0.3483	0.05806	2.91	0.013
Error	77	1.5383	0.01998		
Total	83	1.8867			

En la variable de peso de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 9, en la gráfica 16 de la viable de ancho indica, el tratamiento T1 es superior al T7 en un 15%, seguido del T4 en un 3% y del T5 con un 8% respectivamente.

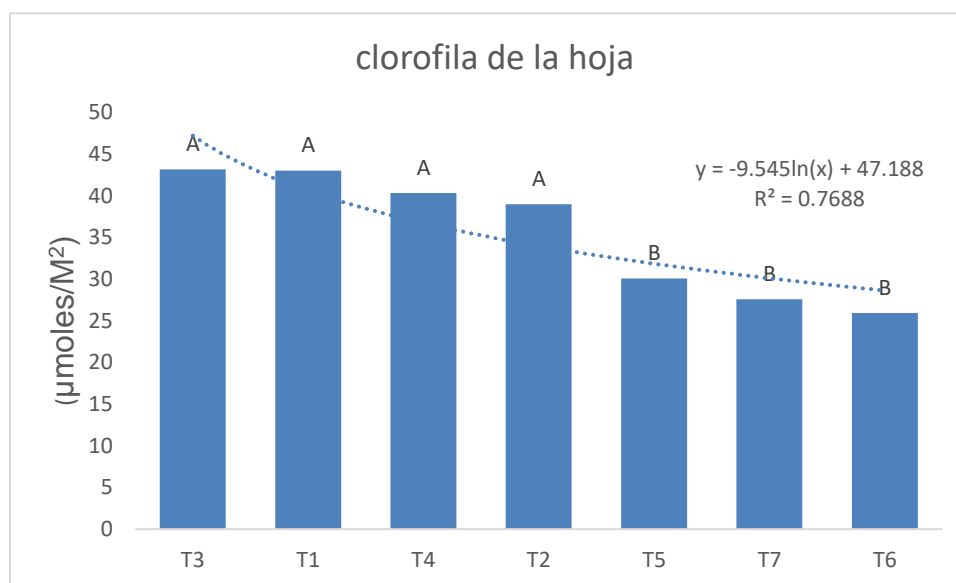


Grafica16.- Agrupación de medias del peso de hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 10.- Análisis de varianza de la clorofila de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	20020	3336.6	16.62	0.000
Error	413	82912	200.8		
Total	419	102932			

En la variable de la clorofila de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 10, en la gráfica 17 de la variable de clorofila indica, el tratamiento 3 es superior al T7 en un 56%, seguido del T1 en un 56% y del T4 con un 46% respectivamente.

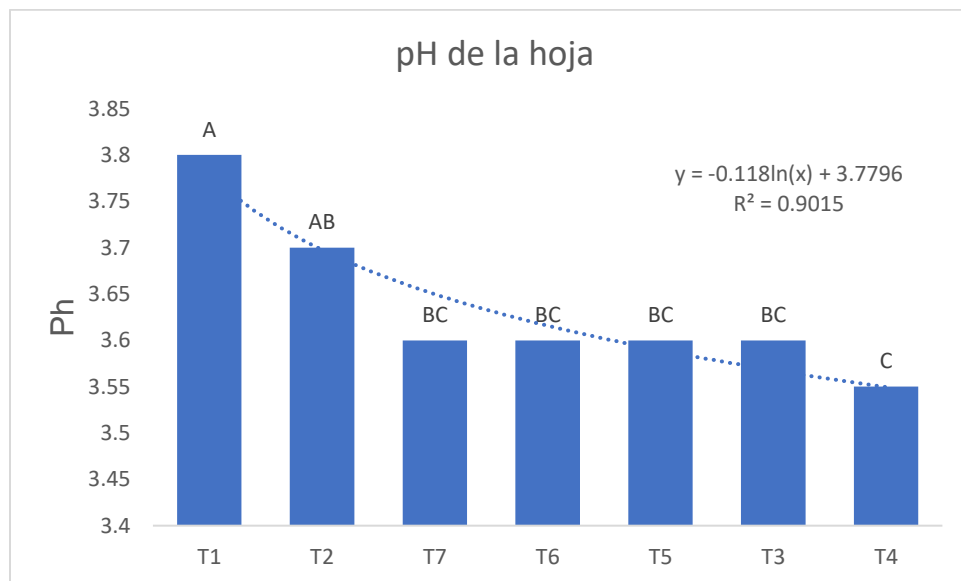


Grafica 17.- Agrupación de medias de clorofila de la hoja de arándano Var. Arana.

Cuadro 11.- Análisis de varianza pH de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.17429	0.029048	8.71	0.000
Error	21	0.07000	0.003333		
Total	27	0.24429			

En la variable de pH de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 11, en la gráfica 18 de la viable de pH indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 6%, seguido del T2 en un 3% y del T6 es igual al T7 con un 0% respectivamente.

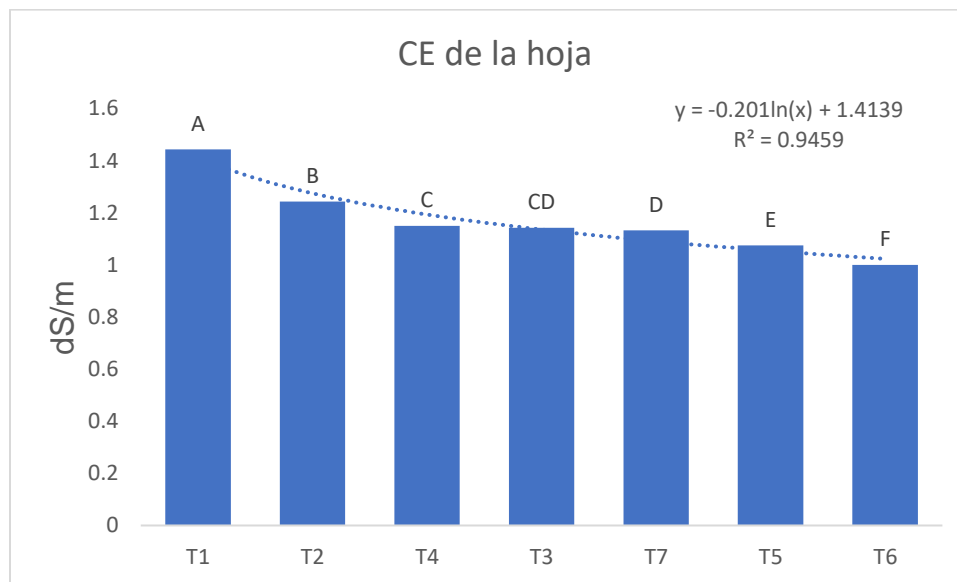


Gráfica 18.- Agrupación de medias de el pH de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 12.- Análisis de varianza CE de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.479986	0.079998	1679.95	0.000
Error	21	0.001000	0.000048		
Total	27	0.480986			

En la variable de CE de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 12, en la gráfica 19 de la viable de CE indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 27%, seguido del T2 en un 8% y del T4 con un 2% respectivamente.

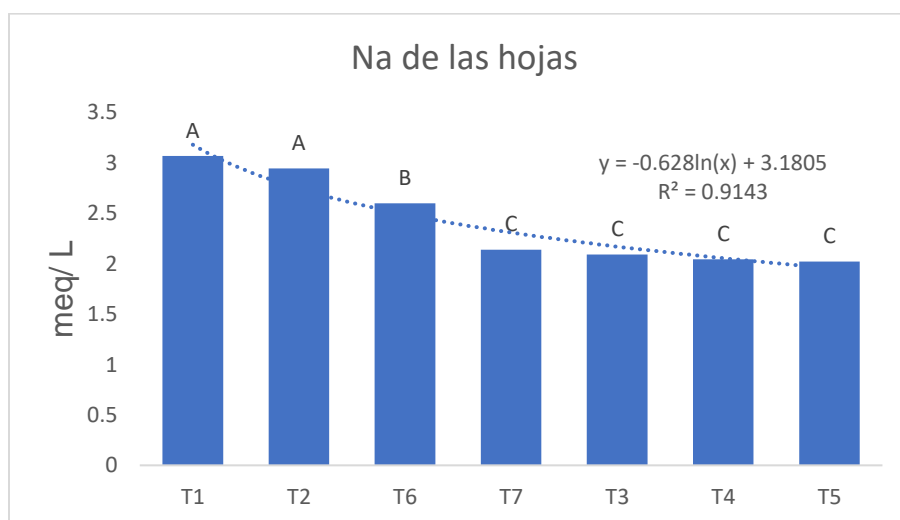


Grafica 19.- Agrupación de medias de CE de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 13.- Análisis de varianza Na de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	4.8598	0.809962	118.35	0.000
Error	21	0.1437	0.006844		
Total	27	5.0035			

En la variable de Na de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 13, en la gráfica 20 de la viable de Na indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 18%, seguido del T2 en un 13% y del T6 con un 17% respectivamente.

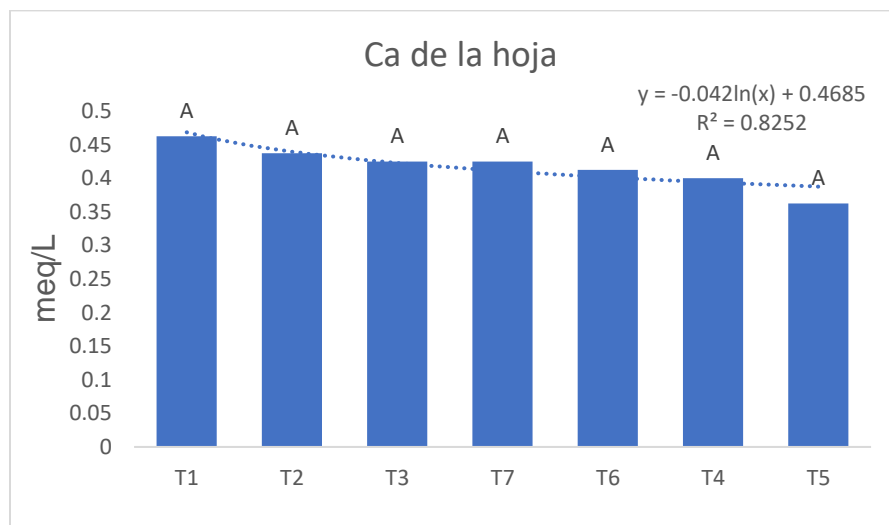


Grafica 20.- Agrupación de medias de Na de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 14.- Análisis de varianza Ca de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.02357	0.003929	0.89	0.519
Error	21	0.09250	0.004405		
Total	27	0.11607			

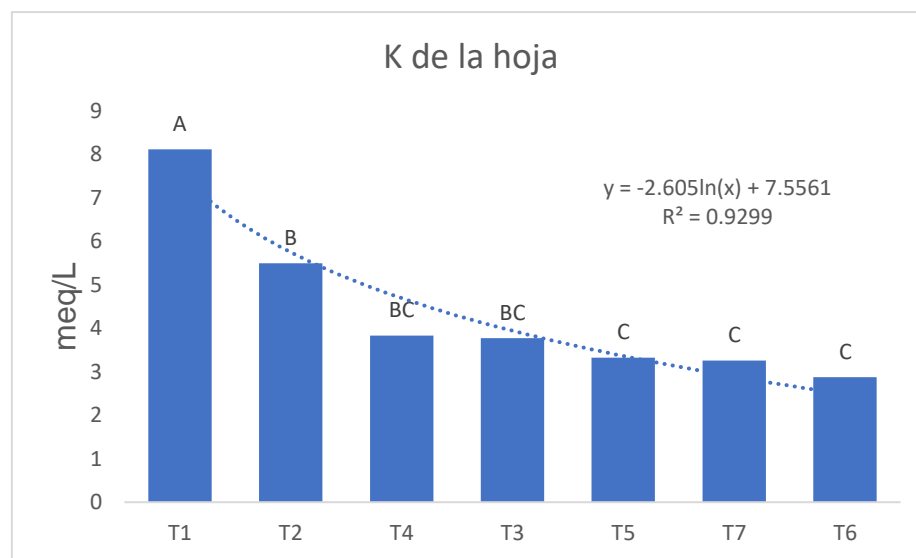
En la variable de Ca de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 14, en la gráfica 21 de la viable de Ca indica, el T1 es superior al T7 en un 6%, seguido del T2 en un 3% y del T3 con un 3% respectivamente.

**Gráfica 21.- Agrupación de medias de Ca de la hoja arándano Var. Arana.**

Cuadro 15.- Análisis de varianza K de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	82.15	13.6922	23.59	0.000
Error	21	12.19	0.5805		
Total	27	94.34			

En la variable de K de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 15, en la gráfica 22 de la viable de K indica, el T1 es superior al T7 en un 149%, seguido del T2 en un 69% y del T4 con un 18% respectivamente.

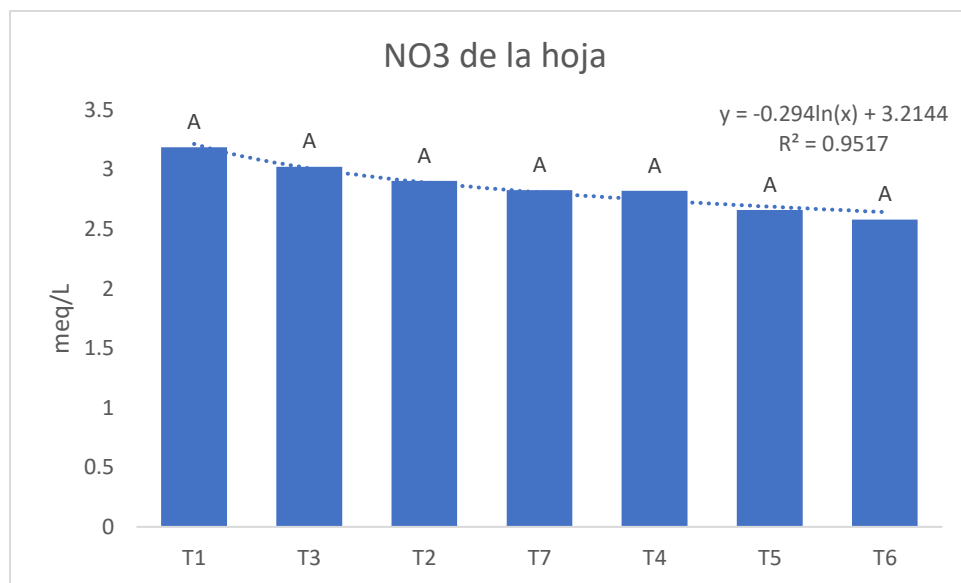


Grafica 22.- Agrupación de medias de K de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 16.- Análisis de varianza NO₃ de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	1.020	0.1700	1.18	0.355
Error	21	3.027	0.1441		
Total	27	4.047			

En la variable de NO₃ de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 16, en la gráfica 23 de la viable de NO₃ indica, el T1 es superior al T7 en un 13%, seguido del T3 en un 7% y del T2 con un 3% respectivamente.

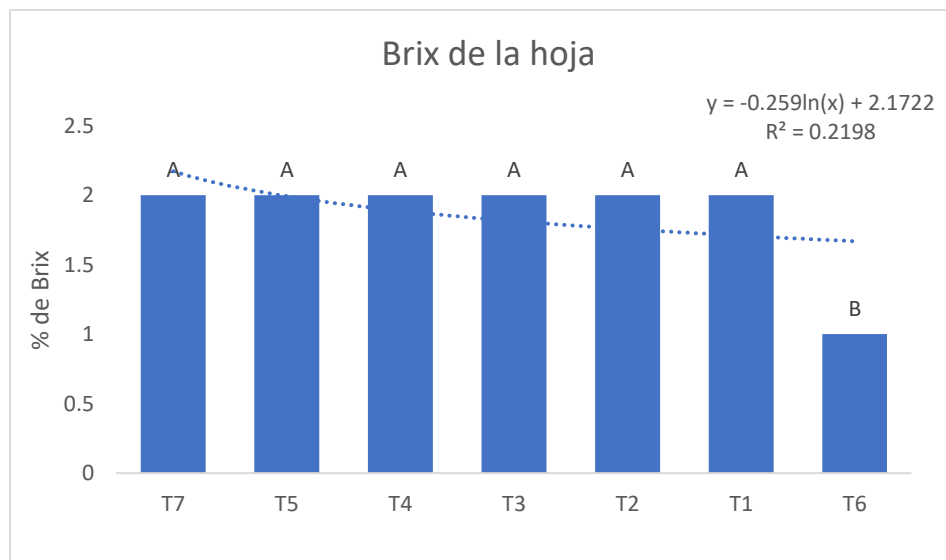


Grafica 23.- Agrupación de medias de NO₃ de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 17.- Análisis de varianza brix de la hoja de arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	3.42857	0.571429	*	*
Error	21	0.00000	0.000000		
Total	27	3.42857			

En la variable de brix de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 17, en la gráfica 24 de la viable de brix indica, el tratamiento 5 fue igual al T7 en un 0%, seguido del T4 en un 0% y del T3 con un 0% respectivamente.

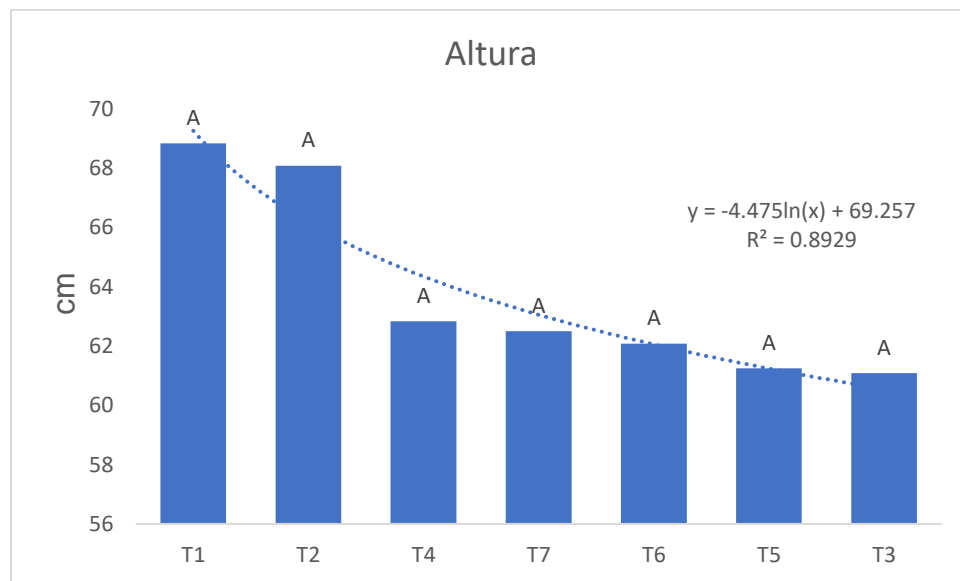


Gráfica 24.- Agrupación de medias de brix de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 18.- Análisis de varianza altura de planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	757.6	126.27	2.15	0.057
Error	77	4517.3	58.67		
Total	83	5275.0			

En la variable de altura de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 18, en la gráfica 25 de la viable de altura indica, el T1 es superior al T7 en un 10%, seguido del T2 en un 9% y del T4 con un 1% respectivamente.



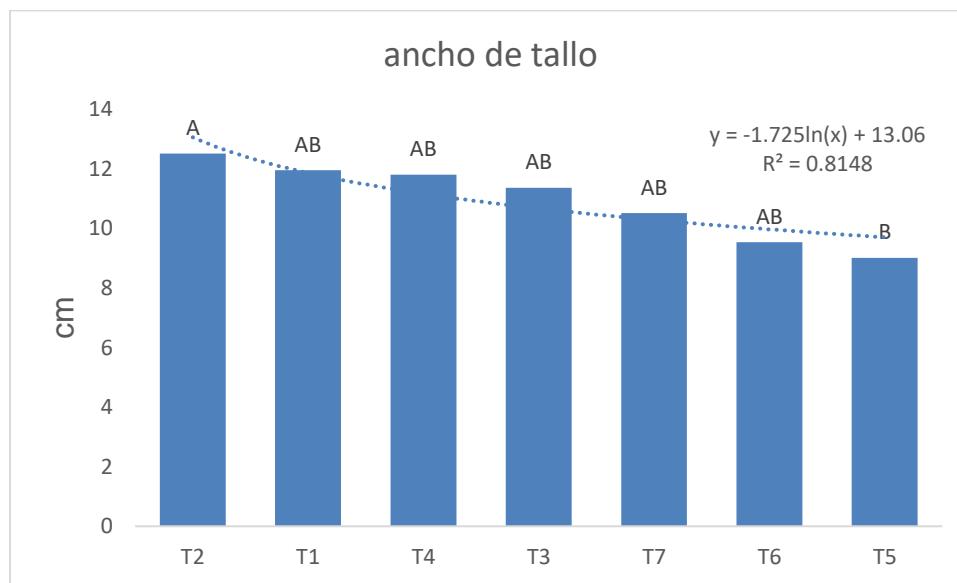
Gráfica 25.- Agrupación de medias de la altura de planta arándano Var.

Arana.

Cuadro 19.- Análisis de varianza tallo de planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste	MC Ajuste	Valor F	Valor p
Trata	6	123.3	20.551	3.24	0.007
Error	77	488.5	6.345		
Total	83	611.8			

En la variable del tallo de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 19, en la gráfica 26 de la viable de tallo indica, el tratamiento T2 es superior al T7 en un 19%, seguido del T1 en un 14% y del T4 con un 12% respectivamente.

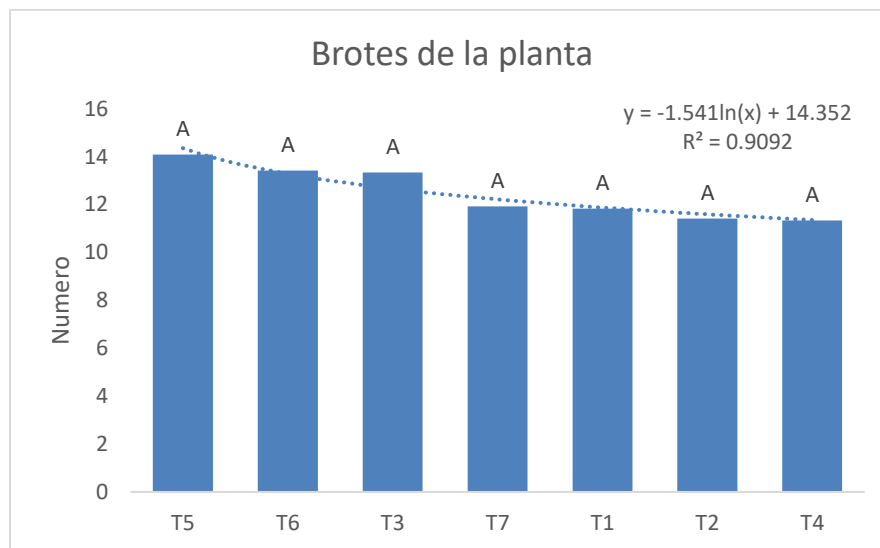


Grafica 26.- Agrupación de medias del tallo de planta arándano Var. Arana.

Cuadro 20.- Análisis de varianza brotes de planta arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	88.29	14.71	1.44	0.212
Error	77	788.67	10.24		
Total	83	876.95			

En la variable de brotes de planta del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 20, en la gráfica 27 de la viable de brotes indica, el tratamiento T5 es superior al T7 en un 18%, seguido del T6 en un 13% y del T3 con un 12% respectivamente.

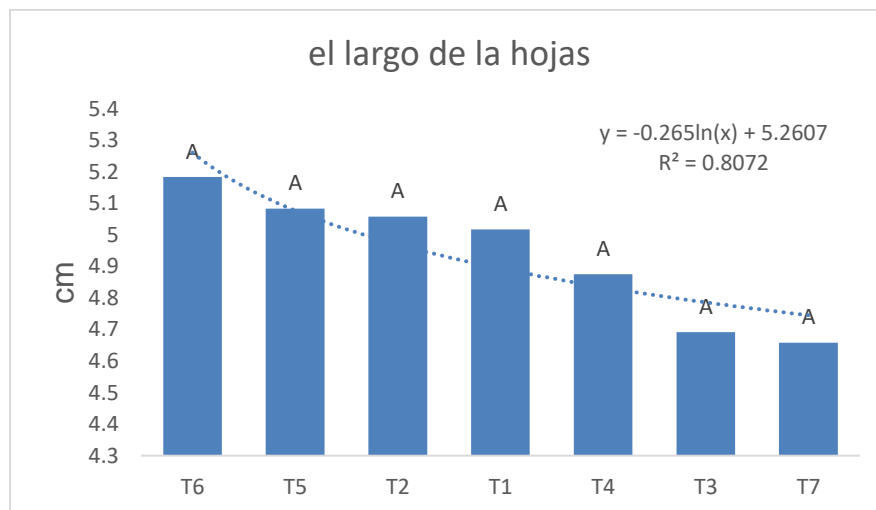


Grafica 27.- Agrupación de medias de brotes de planta arándano Var. Arana.

Cuadro 21.- Análisis de varianza largo de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	2.938	0.4897	1.83	0.104
Error	77	20.580	0.2673		
Total	83	23.518			

En la variable de largo de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 21, en la gráfica 28 de la viable de largo indica, el tratamiento T6 es superior al T7 en un 11%, seguido del T5 en un 9% y del T2 con un 9% respectivamente.

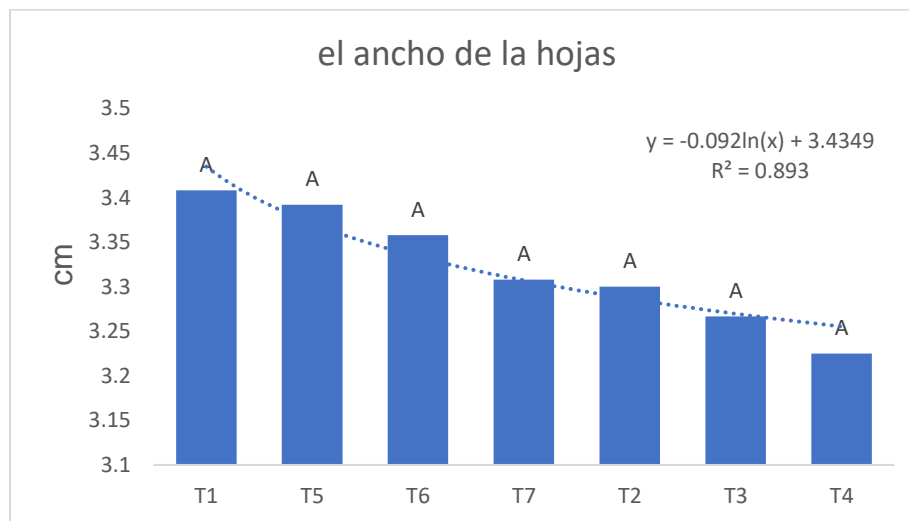


Gráfica 28- Agrupación de medias de largo de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 22.- Análisis de varianza ancho de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	0.3212	0.05353	0.27	0.951
Error	77	15.5458	0.20189		
Total	83	15.8670			

En la variable de ancho de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 22, en la gráfica 29 de la viable de ancho indica, el tratamiento T1 es superior al T7 en un 1%, seguido del T5 en un 1% y del T6 con un 1% respectivamente.

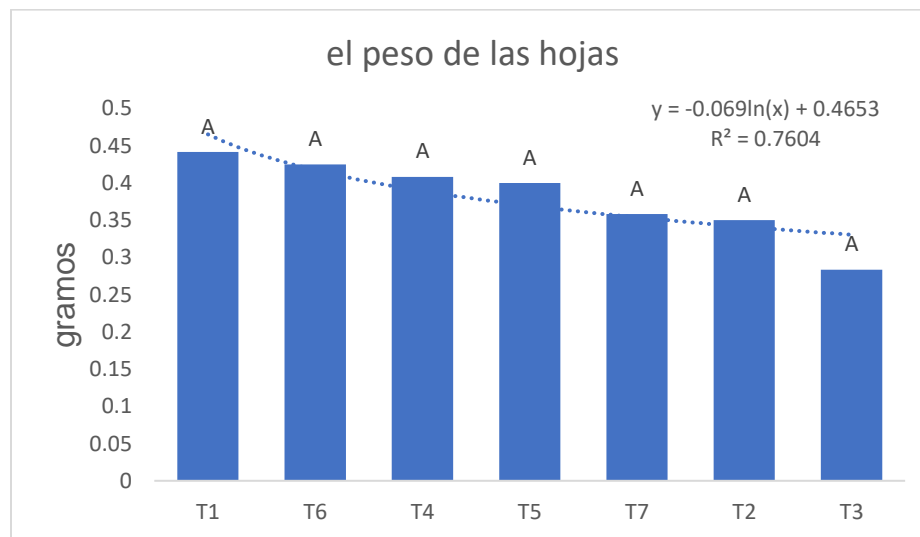


Grafica 29.- Agrupación de medias de ancho de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 23.- Análisis de varianza peso de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	0.2129	0.03548	1.69	0.135
Error	77	1.6167	0.02100		
Total	83	1.8295			

En la variable de peso la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 23, en la gráfica 30 de la viable de peso de hoja indica, el tratamiento T1 es superior al T7 en un 19%, seguido del T6 en un 23% y del T4 con un 14% respectivamente.

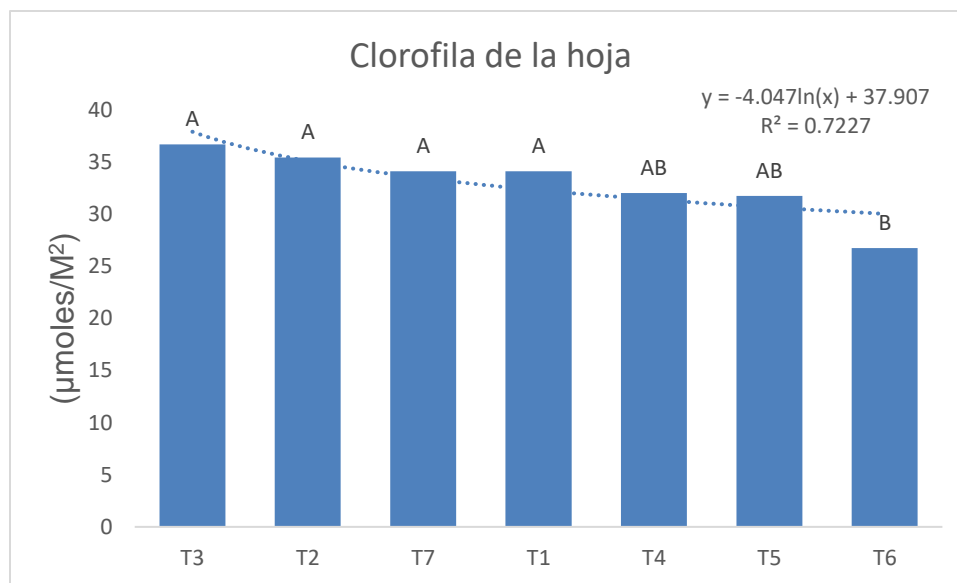


Gráfica 30.- Agrupación de medias de peso de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 24.- Análisis de varianza clorofila de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Trata	6	3826	637.6	3.51	0.002
Error	413	74936	181.4		
Total	419	78762			

En la variable de la clorofila de la hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 24, en la gráfica 31 de la variable de clorofila indica, el T3 es superior al T7 en un 8%, seguido del T2 en un 4% y del T1 con un 0.02% respectivamente.



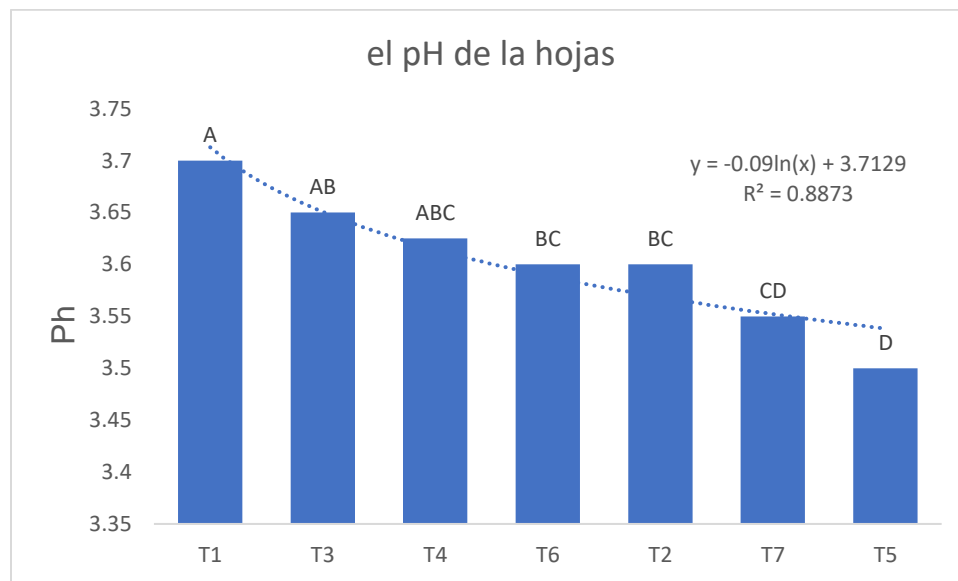
Grafica 31.- Agrupación de medias de clorofila de la hoja arándano Var.

Arana.

Cuadro 25.- Análisis de varianza pH de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.10214	0.017024	13.00	0.000
Error	21	0.02750	0.001310		
Total	27	0.12964			

En la variable de pH de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 24, en la gráfica 32 de la viable de pH indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 3%, seguido del T3 en un 4% y del T4 con un 2% respectivamente.

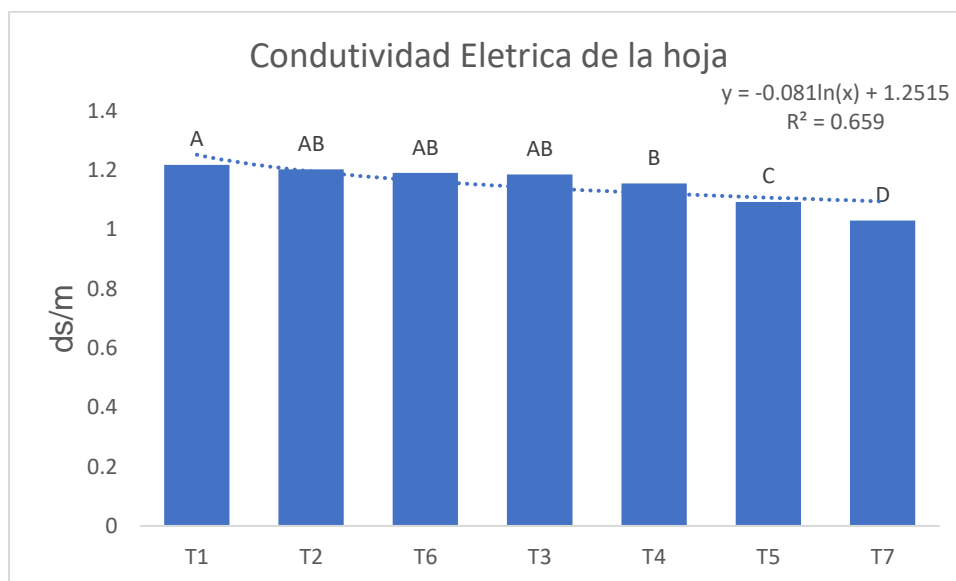


Grafica 32.- Agrupación de medias de pH de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 26.- Análisis de varianza CE de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.11119	0.018531	30.82	0.000
Error	21	0.01263	0.000601		
Total	27	0.12381			

En la variable de CE de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 26, en la gráfica 33 de la viable de CE indica, el T1 es superior al T7 en un 16%, seguido del T2 en un 18% y del T6 con un 17% respectivamente.

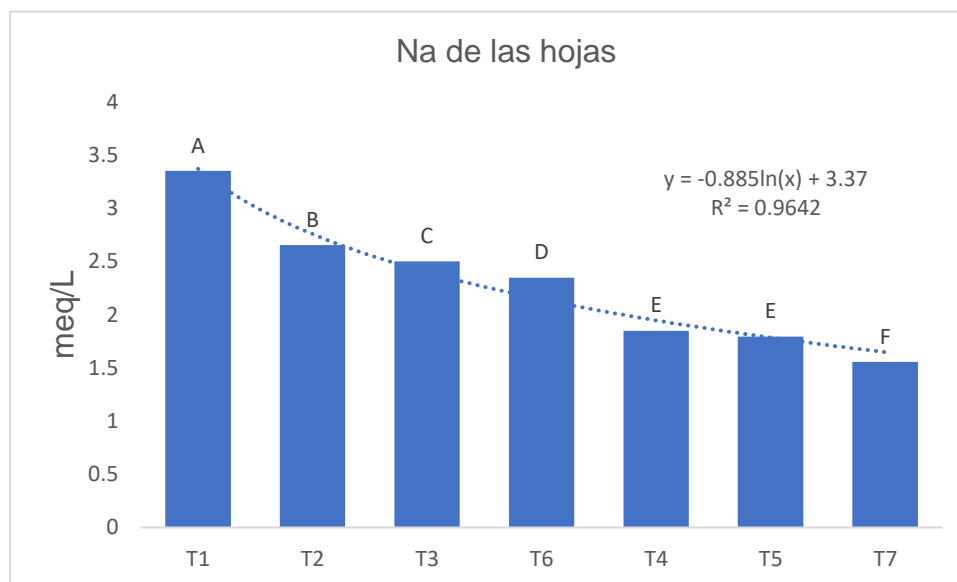


Grafica 33.- Agrupación de medias de CE de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 27.- Análisis de varianza Na de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	9.14367	1.52395	397.06	0.000
Error	21	0.08060	0.00384		
Total	27	9.22427			

En la variable de Na de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 27, en la gráfica 34 de la viable de Na indica, el T1 es superior al T7 en un 115%, seguido del T2 en un 71% y del T3 con un 61% respectivamente.

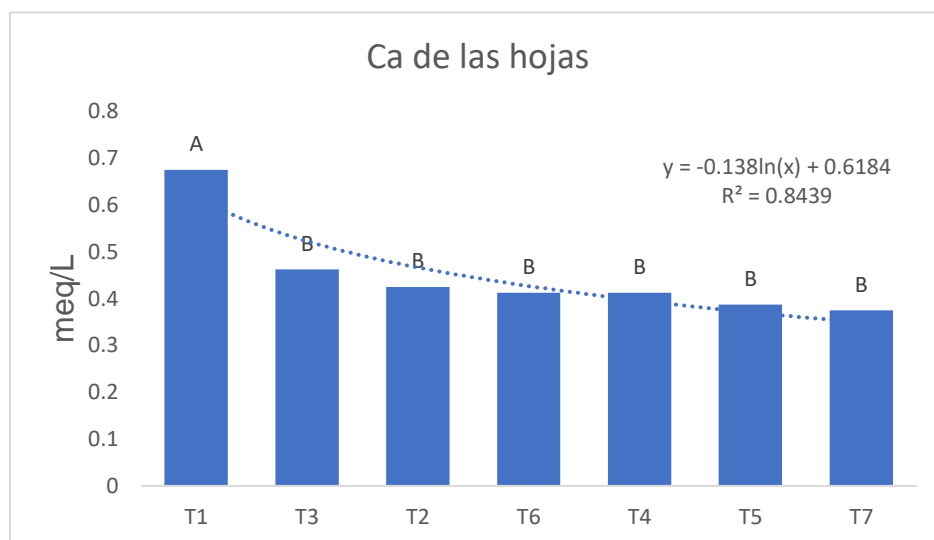


Grafica 34.- Agrupación de medias de Na de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 28.- Análisis de varianza Ca de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	0.25500	0.042500	10.50	0.000
Error	21	0.08500	0.004048		
Total	27	0.34000			

En la variable de Ca de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 28, en la gráfica 35 de la viable de Ca indica, el T1 es superior al T7 en un 60%, seguido del T3 en un 23% y del T2 con un 13% respectivamente.

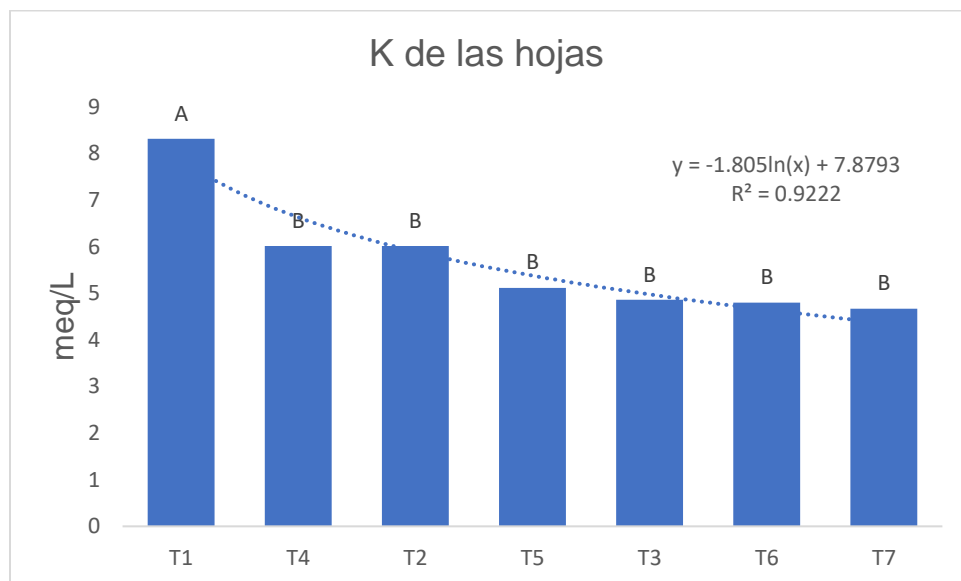


Grafica 35.- Agrupación de medias de Ca de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 29.- Análisis de varianza K de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	39.81	6.6357	8.66	0.000
Error	21	16.08	0.7659		
Total	27	55.90			

En la variable de K de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 29, en la gráfica 36 de la viable de K indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 78%, seguido del T4 en un 29% y del T2 con un 29% respectivamente.

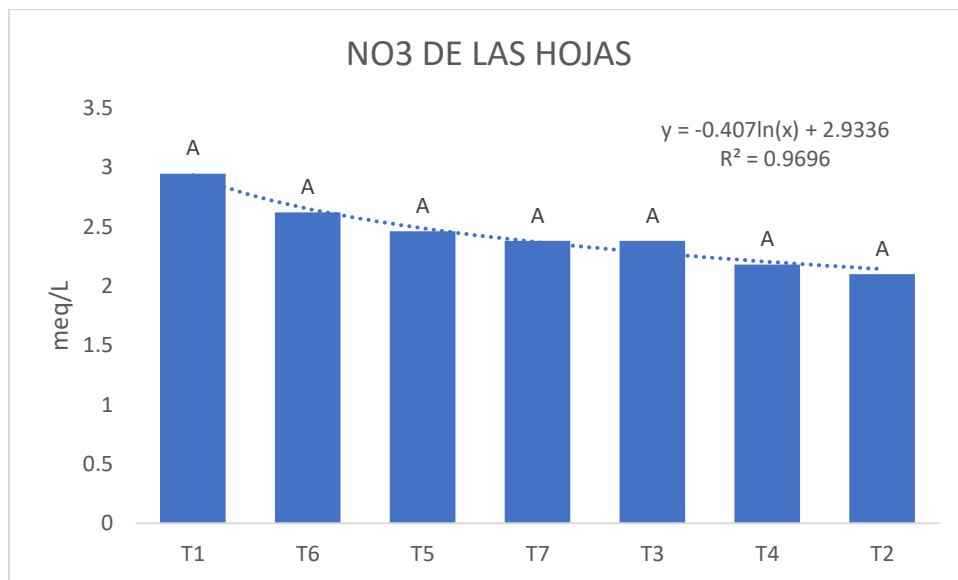


Gráfica 36.- Agrupación de medias de K de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 30.- Análisis de varianza NO₃ de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	1.923	0.3205	0.67	0.678
Error	21	10.113	0.4816		
Total	27	12.036			

En la variable de NO₃ de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 30, en la gráfica 37 de la viable de NO₃ indica, el tratamiento 1 es superior al T7 en un 20%, seguido del T6 en un 7% y del T5 con un 3% respectivamente.

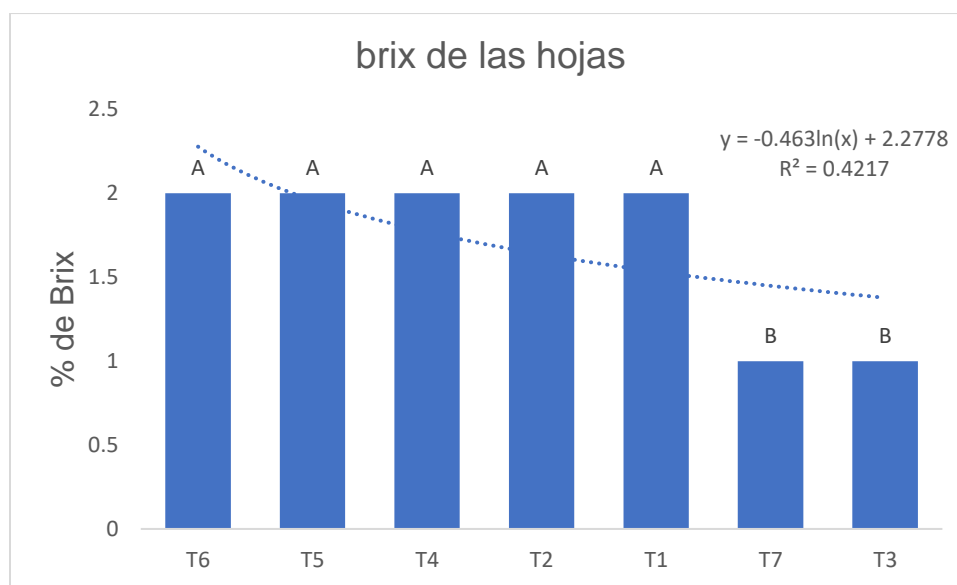


Grafica 37.- Agrupación de medias de NO₃ de la hoja arándano Var. Arana.

Cuadro 31.- Análisis de varianza brix de hoja arándano Var. Arana.

Fuente	GL	SC Ajuste.	MC Ajuste.	Valor F	Valor p
Tratamientos	6	5.71429	0.952381	*	*
Error	21	0.00000	0.000000		
Total	27	5.71429			

En la variable de brix de hoja del experimento, el análisis de varianza muestra significancia estadística en el cuadro 31, en la gráfica 38 de la viable de Brix indica, el T6 es superior al T7 en un 100%, seguido del T5 en un 100% y del T2 con un 100% respectivamente.



Grafica 38.- Agrupación de medias de brix de la hoja arándano Var. Arana.

García rubio (2010), señala el ancho de tallos son diferentes según variedad, la Var. sharpblue presenta un diámetro de 1.3 cm a comparación a la Var. Biloxi de 1.3 cm, la variedad en este experimento fue Arana, la cual el tratamiento número 6 obtuvo un grosor de 1.2 cm de diámetro.

Sofía Gutiérrez (2021), menciona que el número de brotes que obtuvo en su investigación fueron 20 en producción, en el presente experimento se observó que T6 obtuvo 12 brotes por plantas de 4 meses después de trasplante, siendo así una diferencia de 6 brotes.

El pH desempeña un papel importante en nuestra solución nutritiva, favorece el crecimiento de la raíz, tallo, hojas (Crisóstomo *et al.*, 2014). Manchado *et al.*, (2014), explican que un valor de conductividad mayor de 1.5 ds/m en el entorno de crecimiento, causa una disminución en la producción de arándano, la CE obtenida en este experimento fue alrededor de los 1.2-1.3 ds/m.

Díaz (2002), señala que el potasio provoca la ramificación de brotes, peso de raíces, aporta firmeza estructural del sistema radicular, incremento en grados brix, por lo que en el experimento 1 y 2 la acumulación de grados brix resultó óptima, en el T1 así como la cantidad de K.

Alcantar y Trejo (2013), comentan que la raíz desarrolla un papel importante en la absorción de nutrientes del suelo a la planta, los enraizadores llegan a modificar la raíz, las diferencias estadísticas en la concentración de NO₃ no fueron relevantes, de forma numérica el tratamiento 1 tuvo eficacia en cantidad de NO₃ a diferencia del testigo.

Trinidad y Aguilar (1999), explica la fertilización foliar es un corrector de nutrientes en las plantas, ofrece vigor a los cultivos, rendimiento, en el experimento 2 en el tratamiento 1 fue superior al testigo en 20%.

Salgado *et al.* (2018), dice que el estrés osmótico en el arándano puede llegar a modificar el peso de materia seca, algunas características en la hoja, como largo, ancho, peso, en el experimento el T6 obtuvo un largo de la hoja, teniendo el mismo resultado del ancho de la hoja, enseguida del peso de la hoja.

Milic *et al.* (2018), explica las variables longitud, diámetro de una rama, número de hojas y el área foliar, se pueden llegar a modificar por las aplicaciones foliares que en la planta de arándano la planta de arándano.

Pinochet *et al.* (2014), cita que la mayoría de los casos no se llegan a presentar deficiencia de Ca por lo que el rango foliar ronda de 0.34 a 0.8%, incremento la concentración foliar, este elemento es muy inmóvil dentro de la planta, debido a esto no puede translocarse el elemento causando altas concentraciones en la hoja, en el tratamiento 6 se observó que superior al testigo con un 6% en el largo y ancho de hoja el tratamiento 1 fue mayor 1% del testigo.

Conclusión

En este trabajo de investigación se demuestra que la aplicación foliar y enraizante tiene efecto en el desarrollo vegetativo de la planta.

Con la cuantificación de los resultados se concluye que la aplicación del tratamiento 1 del experimento 1, el cual es la aplicación directa de los compuestos al suelo, resulta de manera eficiente en el crecimiento y desarrollo del cultivo,

No es necesario realizar la aplicación de los mismos compuestos de manera foliar, ya que en las variables de interés se obtuvieron resultados similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AREX, (2013). Asociación Regional de Exportadores. En línea: (ingresado el 21 de diciembre de 2014). Disponible en: <http://www.sierraexportadora.gob.pe/perfilcomercial/2020ARANDANOOS.pdf>.
2. BENAVIDES, (2013). Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de arándanos (*vaccinium corymbosum L.*) en condiciones de valles andinos. Lima.
3. Crisóstomo, M.N., Hernández Rodríguez, O.A., López Medina, J., Manjarrez Domínguez y Pinedo – Alvares, A. (2014). Relaciones de amonio/ nitratos en solución nutritiva acidas y alcalinas para arándano. Revista mexicana de ciencias agrícolas 5 (3).525 532.
4. De, s. (2024) *cultivo de arándano en México, reto superado*. Gob. Mx
5. De, s. (2024). México, octavo exportador mundial de arándano, mayoritariamente Azul: Agricultura. Gob. Mx .
6. Flores, M. (2018). Infestación de los principales insectos plaga de *Vaccinium* sp. var. Biloxi en Chao – Virú, La Libertad [Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Trujillo].
7. France I., A. 2013. Manejo de enfermedades en arándano. En: P. Undurraga D. y S. Vargas S. (Eds.). Manual de Arándano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA - Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chillán, Chile. 120 p.
8. García R., J. C. y G. García G. 2007. Orientaciones para el cultivo del arándano en Asturias. P. 30-63 Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Barcelona, España.
9. García Rubio, J. (2010) Requerimiento edafoclimáticos del arándano. Retrieved from <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5224>.
10. González G., Abel y Morales A., Carmen Gloria (2017) Variedades de arándanos [en línea]. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones

Agropecuarias. no. 371. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.14001/6674>.

11. Hassler, M. (2022). Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World. In O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, L. Vandepitte, D. Hobern, D. Remsen, P. Schalk, R. E. DeWalt, M. Keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, R. Adlard, E. M. Adriaenssens, C. Aedo, E. Aescht, N. Akkari, S. Alexander, et al., Catalogue of Life Checklist (13.2, Jul 2022). <https://doi.org/10.48580/dfq8-3dd>.
12. Lobos M. T., H. P. Pinilla. (2011). Efecto de aplicación de calcio en la calidad de fruto de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Elliot. IDESIA. 29: .69-64.
13. Meléndez-Jácome, MR; Flor-Romero, LE; Vásquez-Castillo, WA; Racines-Oliva, MA. 2021. *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere *Vaccinium*. Scientia Agropecuaria 12(1):109-120.
14. Milic B., T. Jelena, K. Zoran, M Maja. (2018). Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L). Scientia Horticulturae 235: 214-220.
15. MONTERO CALDERON MARTA, ROJAS GRAU MARIA ALENJANDRA, SOLIVA FORTUNY ROBERT, MARTIN BELLOSO OLGA. Tendencia en el proceso mínimo de frutas y hortalizas frescas universidad de Lleida, departamento de Tecnología de Alimentos. 2009.
16. Ochmian, I., (2012) The impact foliar of calcium fertilizers on the quality o highbush blueberry fruits belonging the “Duke” cultivar. Notulae botanicae horti agrobotanici Cluj-Napoca,40,163-169.
17. Ormazábal, YM; Mena, CA; Cantillana, JC; Lobos, GE. 2020. Characterization of farm fields of Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) according to technological level. The case of the Maule region, Chile.

Informacion Tecnologica 31(1):41-52. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100041>.

18. Pedreros, A. y C. Rebolledo. 2009. Malezas y sistemas de control en la producción de Arándano (*Vaccinium corymbosum*) en un suelo volcánico de Chile. E. De Sousa, I. Calha. I. Moreira, A. Montero y L. Rodrigues, (Eds.). En: Herbologia e biodiversidade numa agricultura sustentável, Lisboa, Portugal.
19. QUIMICA FOLIAR. (2017). Qfoliar.com.mx.
<http://www.qfoliar.com.mx/enraizadores.html>.
20. Retamal, J; Bastias, R; Wilckens, R; Paulino, L; Influence of microclimatic conditions under high tunnels on the physiological and productive responses in blueberry 'O'Neal'. 2015. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Av. Vicente Méndez 595, Chillán, Chile. Disponible en línea:
21. RETAMALES, J. B.; HANCOCK, J. F. 2012. Blueberries. Crop Production.
22. Rubio, JC; García, G; Ciordia, M; Situación actual del cultivo del arándano en el mundo. 2010. Tecnología Agroalimentaria - n.º 12. Disponible en línea:
23. Salgado-Vargas, C; Sánchez-García, P; Volke-Haller, VH; Colinas-León, MTB. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. Agrocienca 52(2):231-239.
24. Salgado V. C., P. S. García., V. H. V. Haller., M.C. León. (2018). Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) al estrés osmótico. Agrocienca. 52: .231-239.
25. Science in Horticulture series: no. 21. British Library, London, UK. 323 p.
26. STRIK, B.; FISHER, G.; HART, J.; INGHAM, R.; KAUFMAN, D.; PENHALLEGON, R.; PSCHIEDT, J.; WILLIAM, R.; BRUN, C.; AHMEDULLAH, M.; ANTONELLI, A.; ASKHAM, L.; BRISTOW, P.; HAVENS, D.; SCHEER, B.; SHANKS, C.; BARNEY, D. 2010. Highbush Blueberry Production. Publication Num. PNW215. Oregon State University Extension, Corvallis, Oregon. 70 p.

27. Torres, C; Manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de arándano. Bayer. Noviembre 2015.
28. Trinidad S. A., D. Aguilar. M. (1999). Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra 17 (3): 247-255.
29. VIDAL, I. 2006. Fertilización del Arándano. En: seminario: Arándano: Modernización y perspectivas del cultivo. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Ñuble A.G. Chillan. 60 Pág.
30. VIDAL, I; SERRI, H; PINO I, 2002. Manejo de nutrientes por fertirriego en arándanos. Tecnologías y avances. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. 42-57.
31. HIRZEL, J; RODRIGUEZ, N. 2003. Necesidades nutricionales y fertilización del cultivo del arándano en etapa productiva. Informativo agropecuario Bioleche INIA Quilamapu.
32. Machado, R. M. A., Bryla, D. R., & Vargas, O. (2014). Effects of salinity induced by ammonium sulfate fertilizer on root and shoot growth of highbush blueberry. Acta Horticulturae, 1017, 407-414. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1017.49>.
33. Marco Cabezas-Gutiérrez, Fernando Peña-Baracaldo. (julio 2011). ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) POR MEDIO DE UN MÉTODO NO DESTRUCTIVO A NON DESTRUCTIVE METHOD FOR ESTIMATING THE LEAF AREA OF BLUEBERRY (*Vaccinium corymbosum*). revistas, udca, edu. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/download/837/956?inline=1>.