

“EFECTO DE LA ACIDIFICACIÓN DEL AGUA DE RIEGO EN UN CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) EN LA SABANA DE BOGOTÁ”

FRANCISCO FERNANDO SANABRIA BERNAL

Universidad Nacional Abierta Y a Distancia
Escuela de Ciencias Pecuarias Agrícolas y del Medio Ambiente
Programa de Agronomía
Cajicá, Colombia
2016

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.	9
2. Objetivos.	11
2.1. Objetivo General.	11
2.2. Objetivos Específicos.	12
3. Marco Teórico.	12
3.1. Producción De Arándano En Colombia Y En El Mundo.	12
3.2. Taxonomía Del Arándano.	14
3.3. Botánica Del Arándano.	15
3.4. Nutrición Vegetal.	16
3.5. Importancia Del pH Para Las Plantas De Arándano.	18
3.6. Fertilización En Plantas De Arándano.	20
4. Metodología.	21
4.1. Localización.	21
4.2. Diseño Experimental.	23
4.2.1. Tratamientos.	24
4.2.2. Características De Las Variedades Biloxi y Sharp Blue.	30
4.3. Variables.	30
4.3.1. Brotes De Arándano.	31
4.3.2. Frutos De Arándano.	31
4.3.2.1. Peso Del Fruto De Arándano.	31
4.3.2.2. Diámetro Del Fruto De Arándano.	32
4.3.2.3. Número de Frutos Y Peso Total.	33
4.3.3.1. Grados °Brix de los Frutos De Arándano.	34

4.3.3.2. Medición de pH de los Frutos De Arándano.....	35
4.4. Variables Químicas Del Suelo.	36
4.4.1. pH y Conductividad Eléctrica Del Suelo Por Tratamiento.	36
4.5. Análisis Estadísticos.	39
5. Resultados.	39
5.1. Dimensión de Brotes.....	39
5.2. Área Foliar.	41
5.3. Peso Individual De Frutos De Arándano.....	43
5.4. Calibre De Frutos De Arándano.	44
5.5. Grados °Brix De Frutos De Arándano.	46
5.6. pH De Los Frutos De Arándano.....	48
5.7. Número De Frutos Por Planta.....	49
5.8. Peso De Frutos Por Planta.	50
5.9. pH Y Conductividad Eléctrica Del Suelo Por Tratamiento.	52
6. Discusión.....	54
7. Conclusiones.....	54
8. Recomendaciones.....	54
9. Referencias Bibliográficas	55
10. Anexos.....	63

TABLA DE FIGURAS

Figura No. 1: Variación de la disponibilidad de nutrientes del suelo en función del pH. Tomado de: http://www.csr servicios.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=302.....	19
Figura No. 2: Precipitaciones durante el periodo. Fuente: estación meteorológica de la Universidad Militar Nueva Granada sede Cajicá.....	22
Figura No. 3: Marcación de Biloxi acidificado. Foto: F. Sanabria (2015).....	25
Figura No. 4: Marcación de Biloxi control. Foto: F. Sanabria (2015).	25
Figura No. 5: Marcación de Sharp Blue acidificado. Foto: F. Sanabria (2015).....	26
Figura No. 6: Marcación de Sharp Blue control. Foto: F. Sanabria (2015).	26
Figura No. 7: Medición pH agua potable. Foto: F. Sanabria (2015).....	28
Figura No. 8: Acidificación del agua de riego. Foto: F. Sanabria (2015).....	29
Figura No. 9: Medición pH agua tratamiento acidificado. Foto: F. Sanabria (2015).....	29
Figura No. 10: Medición pH solución nutritiva. Foto: F. Sanabria (2015).....	30
Figura No. 11: Medición individual de frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).	32
Figura No. 13. Frutos cosechados para conteo y pesaje. Foto: F. Sanabria (2015).	34
Figura No. 14: Medición de grados brix de frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).	35
Figura No. 15: Medición de pH de los frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).	36
Figura No. 16: Muestra de suelo tamizado. Foto: F. Sanabria (2015)	37
Figura No. 17: Medición de pH del suelo. Foto: F. Sanabria (2015)	38
Figura No. 18: Medición de la conductividad eléctrica del suelo. Foto: F. Sanabria (2015)	39
Figura No. 19: Resultados de la medición de altura en brotes de arándano.	40
Figura No. 20: Resultados de medición de área foliar en brotes de arándanos.	42
Figura No. 21: Peso individual de frutos de arándano.	44
Figura No. 22: Diámetro de frutos de arándano.	45
Figura No. 23: Grados °Brix de frutos de arándano.	47
Figura No. 24: pH de frutos de arándano.	48
Figura No. 25: Total de frutos cosechados por planta de arándano.	50
Figura No. 26: Peso total de frutos por planta de arándano.	51
Figura No. 27: Promedio del pH del suelo de cada tratamiento durante la fase experimental.	52
Figura No. 28: Promedio de la conductividad eléctrica del suelo de cada tratamiento durante la fase experimental.	53

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: plano de siembras del cultivo de arándano con diseño experimental al azar.	24
Tabla 2: Tratamientos.	27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis foliar de variedad Biloxi.	63
Anexo 2: Análisis foliar de variedad Sharp Blue.	64
Anexo 3: Análisis completo de suelo del lote de experimentación.....	64
Anexo 4: Análisis detallado del suelo del lote de experimentación.	65
Anexo 5: Promedio de dimensiones de brotes de arándano.....	65
Anexo 6: Promedio de área foliar de brotes de arándano.....	66
Anexo 7: Análisis estadístico para peso por fruto de arándano.	67
Anexo 8: Análisis estadístico para pH de frutos de arándano.....	68
Anexo 9: Análisis estadístico para grados °Brix de frutos de arándano.....	69
Anexo 10: Análisis estadístico para diámetro de frutos de arándano.....	70
Anexo 11: Análisis estadístico para el número de frutos de arándano.	71
Anexo 12: Análisis estadístico para peso total de frutos de arándano.	72
Anexo 13: Tabla de promedio peso individual de frutos de arándano:	73
Anexo 14: Tabla de promedio de pH de frutos de arándano.....	73
Anexo 15: Tabla de promedio de grados brix de frutos de arándano.....	74
Anexo 16: Tabla de promedio del diámetro de los frutos de arándano.....	75
Anexo 17: Tabla de Promedio de frutos cosechados por planta de arándano.	76
Anexo 18: Tabla de promedio de peso de los frutos cosechados por planta de arándano. ..	77
Anexo 19: Solución nutritiva aplicada en el cultivo de arándano.	78
Anexo 20: Datos tomados de las mediciones de pH y conductividad de los diferentes tratamientos de riego para el cultivo de arándano.	78
Anexo 21: Tabla de los promedios de la conductividad eléctrica y el pH del suelo por cada tratamiento.	81
Anexo 22: Ficha técnica del ácido fosfórico utilizado para la acidificación del agua de riego.	82

Resumen:

Este trabajo de investigación busca evaluar el efecto de la acidificación del agua de riego en dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en la sabana de Bogotá. Mediante un diseño experimental completamente al azar, se evaluó el efecto de la acidificación del agua de riego, aplicada dos veces por semana y durante 10 meses en sustrato (suelo 70% y cascarilla 30%) en las variedades de arándano, Biloxi y Sharp Blue. El experimento contó con 4 tratamientos, correspondientes a la acidificación o no del agua de riego en las dos variedades. Se realizó la acidificación del agua de riego a pH 5.0 aproximadamente, empleando ácido fosfórico, efectuando aplicaciones 2 veces por semana, durante 11 meses. En la parte vegetativa se evaluó el crecimiento de los tallos laterales o brotes de las yemas axilares de las plantas de *V. corymbosum*, haciendo un seguimiento periódico de las estructuras marcadas de la longitud, el número de hojas y el área foliar, en el transcurso de 6 meses que duró la primera parte experimental. En la fase productiva de la planta, se realizó cosecha semanal de los frutos por planta durante 4 meses sobre los cuales se midió: el peso individual del fruto, el peso total de los frutos cosechados por planta, el número de frutos cosechados por planta, el diámetro del fruto, los grados °Brix, el pH, el peso total por unidad experimental y número de frutos por unidad experimental. Adicional a esto, se llevaron registros de las mediciones del pH y la conductividad del suelo para llevar un control de estas variables. Por medio del análisis de varianza se determinó la existencia de diferencias significativas entre tratamientos para cada variable, resultando la acidificación del agua de riego para la variedad Sharp Blue, -el tratamiento con mejores resultados y el control sin acidificación en la variedad Biloxi, el tratamiento con más

bajo crecimiento de brotes. La variedad Sharp Blue mostró mayor área foliar que la variedad Biloxi, tanto en la acidificación del agua de riego como en el tratamiento no acidificado. Fue mayor el peso de los frutos para los tratamientos de acidificación frente a los que no se acidificaron. De igual forma, fueron mayores los grados °Brix registrados y el diámetro de los frutos en los tratamientos acidificados. El rendimiento de la cosecha de arándanos no muestra una diferencia marcada de los registros de acidificación frente a los registros de los tratamientos que no fueron acidificados.

Palabras clave: “Sharp blue”, “Biloxi”, acidificación, riego, pH.

Abstract:

This study seeks to evaluate the effect of acidification of the water of irrigation on two varieties of Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) in the Savannah of Bogota. Using an experimental design completely at random, evaluated the effect of acidification of the irrigation water, applied two time a week and during 10 months in substrate (ground: 70% and husks 30%) in the varieties of Blueberry, Biloxi and Sharp Blue. The experiment had four treatments, corresponding to the acidification or non-water irrigation and both varieties. Is made the acidification of the water of irrigation at pH 5.0 approximately, using acid phosphoric, making applications 2 times by week, during 10 months. In the vegetative growth of lateral stems or buds of plants of *V. corymbosum* axillary buds were evaluated by regular monitoring of the structures marked length, number of leaves and the area leaf, over the course of 6 months that lasted the first part experiment. The

plant's production phase was carried out through weekly harvest of fruits per plant during 4 months. It was measured individual weight of fruit, the total weight of the fruits harvested per plant, the number of fruits per plant harvested, the diameter of the fruit, degrees Brix, pH, total weight per experimental unit and number of fruits per experimental unit. Additional to this, is took records of them measurements of the pH and the conductivity of the floor to take a control of these variables. The existence of significant differences between treatments for each variable, resulting in acidification of irrigation water for the Sharp Blue variety, - treatment with better results and control without acidification in the Biloxi variety, treatment with lower growth of shoots was determined through the analysis of variance. The Sharp Blue variety showed greater leaf area than the Biloxi variety, both in the acidification of the irrigation water and not acidified treatment.

-The weight of the fruit for the treatment of acidification front who not were was greater. In the same way, were higher grades reported °brix and the diameter of the fruits in the acidified treatments. Cranberry harvest performance does not show a marked difference from the records of acidification compared the records of treatments that were not acidified.

Key words: "Sharp blue", "Biloxi", acidification, irrigation, pH.

1. Introducción.

En Colombia la producción de arándano no ha tenido gran auge debido a que hasta ahora se está conociendo este producto, son muy pocos los cultivos que se conocen y por ende se encuentran muy pocas investigaciones colombianas de estudios realizados en *Vaccinium corymbosum*. Se encuentra en los supermercados como frutos secos y frutos en fresco, también

son llamados arándanos azules (*blueberries*). Por sus propiedades medicinales su demanda es alta.

La sabana de Bogotá es una región que cuenta con las condiciones de frío suficientes para el establecimiento de cultivos de arándano de bajo requerimiento de horas frío, para poder obtener un adecuado crecimiento de las plantas y frutos de buena calidad. Cabe resaltar que *V. corymbosum* es una especie vegetal que proviene de Estados Unidos donde cuentan con estaciones climáticas.

El pH ácido en los suelos o sustratos donde se cultiva el arándano, es fundamental para el desarrollo vegetativo y para obtener una buena producción. Los rangos entre pH 4.0 a 5.2 se consideran satisfactorios para el crecimiento y desarrollo óptimo de la planta de arándano, viéndose reflejados en el crecimiento vegetativo y en la calidad de los frutos. El nivel máximo recomendado para estos cultivares es de 5.7 por lo cual se debe mantener un pH ácido durante todo el ciclo productivo de la planta. Estos niveles de acidez pueden reflejar desbalance nutricional en hierro (Fe) y mostrar niveles altos de magnesio (Mg) en las hojas.

Este trabajo fue realizado con el fin de evaluar el efecto que tiene la acidificación del agua de riego, sobre el desarrollo vegetativo de tallos, sobre el rendimiento del cultivo y sobre características físico químicas de los frutos cosechados. En cuanto a la producción, se evaluaron las variables como peso individual del fruto, calibre o diámetro del fruto, grados brix, acidez del fruto. Adicional a esto, se llevaron registros de las mediciones del pH y la conductividad del suelo.

Experiencias anteriores han demostrado los beneficios de la reducción del pH del sustrato del cultivo, a través de la acidificación del agua suministrada en el riego. Según Ferreyra (2001), estudió el efecto de acidificar el sustrato de una mezcla de suelo-aserrín acidificada, así como también del agua de riego con pH 2, 4, 5 y 7,8, en una plantación de arándano ojo de conejo, encontró diferencias significativas superiores en los tratamientos acidificados a pH 2 en cuanto a crecimiento vegetativo de la planta, diámetro máximo de tallos, diámetro de frutos, peso unitario y producción total.

De esta manera, el estudio de la acidificación del agua de riego de los cultivos de *V. corymbosum*, abre las puertas para realizar nuevas investigaciones respecto de la forma como se pueden establecer los cultivos de arándano, se determina la mejor forma en que la producción mejora la calidad, etc. La agricultura colombiana necesita incrementar los estudios científicos sobre la producción de arándanos, proporcionando a los productores alternativas de cultivos promisorios por su valor nutricional y propiedades terapéuticas.

2. Objetivos.

2.1. Objetivo General.

Evaluar el efecto de la acidificación del agua de riego sobre el desarrollo vegetativo de brotes, el comportamiento productivo de las plantas y las características físico químicas de los frutos, en dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en la sabana de Bogotá.

2.2. Objetivos Específicos.

Determinar el efecto del riego con agua acidificada sobre el crecimiento en brotes de arándano.

Comparar el rendimiento de las plantas de arándano ante la aplicación de agua de riego acidificada.

Establecer la influencia que tiene la aplicación de agua de riego acidificada en parámetros físico químicos relacionados con la calidad de los frutos de arándano.

Determinar el efecto del riego acidificado sobre el pH y la conductividad eléctrica del suelo.

3. Marco Teórico.

3.1. Producción De Arándano En Colombia Y En El Mundo.

La existencia de gran variedad de climas y relieve, no es una condición que garantice el establecimiento de los arándanos. Aunque no hay registros que certifiquen el momento de introducción al país de la especie *V. corymbosum*, en la actualidad se han implementado algunos

cultivos en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca, zonas que se encuentran entre los 1200 y 2800 metros de altura sobre el nivel del mar, con condiciones suficientes de clima (Portafolio CCI, sin año).

Corpoica y la Universidad Nacional con la participación de productores de arándano, adelantan estudios para domesticar variedades silvestres, y convertirlas en variedades cultivables para ser establecidas en nuestro país (CEF, 2006). Actualmente algunos de los estudios adelantados se hacen con plantas que requieren una baja acumulación de frío al año, inferiores a 350 horas, entre las que se destaca la especie *V. corymbosum* (Cabezas et al., 2012).

Aunque en Colombia existen muy pocos cultivos de *V. corymbosum*, hay registro de exportaciones desde el año 2011, a mercados de países como Panamá, Costa Rica y Alemania, con USD 10.993 de ingresos en el año 2011 mientras que para el 2012 se incrementó en un 243% alcanzando una cifra de USD 37.447 (Legis, 2013).

A nivel mundial, Estados Unidos es el país con mayor producción, consumo, y además es el mayor exportador de arándanos del mundo (Negrón y Subriabe, 2010). Canadá y Estados Unidos reportaron más de 44.000 ha sembradas en el año 2012, con una producción de 223.000 ton. En segundo lugar Chile, con 13.000 hectáreas en el mismo año, para una producción de 50.000 ton, siendo esta el 90% de la producción de América del sur. El 10% restante, se le atribuye a la producción de Argentina, Uruguay y Perú. Otras zonas de producción en el Hemisferio Sur se encuentran en países como África del Sur, Australia y Nueva Zelanda (García, et al., 2013). Por su parte en Europa, los países de Polonia, Alemania, España, Francia, Italia,

Reino Unido, Países Bajos y Portugal, han presentado un crecimiento sostenido del cultivo de arándanos (García et al., 2013).

3.2. Taxonomía Del Arándano.

El arándano tiene tres especies de importancia económica: arándano bajo o “lowbush” (*Vaccinium angustifolium* Alton), arándano ojo de conejo o “rabbit eye” (*Vaccinium ashei* Reade) y arándano alto o “highbush” (*Vaccinium corymbosum* L.) (Buzeta, 1997). Las variedades de arándano alto o “highbush” están separados en “northern” y “southern” dependiendo los requerimientos de horas frío y resistencia al invierno (Hancock, 2012). Estas especies (“highbush”) son híbridos creados a partir del cruce de un “northern highbush” y un “southern highbush”, que se han desarrollado para ambientes específicos (Hancock, 2009). Las variedades “northern highbush” están adaptadas a las temperaturas que se presentan en invierno, es decir, por debajo de -20 °C y crecen en lugares con acumulación de entre 800-1000 horas frío. Las variedades “southern highbush” no toleran temperaturas de invierno tan bajas y requieren hasta 550 horas frío (Hancock, 2012).

Cronquist (1981), reporta que el arándano taxonómicamente se clasifica así:

Reino: Vegetal

División: Pterophytas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioidea

Tribu: Vaccinieae

Género: *Vaccinium*

Especie: *Vaccinium corymbosum* x *Vaccinium darrowii*

3.3. Botánica Del Arándano.

El arándano es un arbusto perenne, de ramificación basitónica, de madera leñosa, que llega alcanzar en su madurez tres metros de altura. Posee hojas alternas, de margen entero o aserrado, que varían de 1 a 8 cm de largo, son de forma lanceolada u ovalada y de color verde pálido (Buzeta, 1997).

Tiene un sistema radicular reducido, fibroso y superficial que no supera los 40 centímetros de profundidad. No cuenta con pelos radiculares, por lo tanto, las raíces jóvenes son las encargadas de la absorción (Buzeta, 1997). Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces del arándano son *Hymenoscyphus ericae* o *Pezizella ericae* (Muñoz, 1988), los cuales incrementan la captación de nutrientes y eficiencia de aplicación de fertilizantes de suelo, también mejoran el uso del agua y protegen la planta de arándano de elementos tóxicos como aluminio, cuya concentración aumenta cuando el pH disminuye (Retamales y Hancock, 2011). Particularmente la asociación de micorrizas a plantas de la familia Ericaceae aumenta la capacidad de tolerar altas concentraciones de cobre y zinc (Vega y Muños, 1994). Estas micorrizas también puede utilizar compuestos orgánicos tales como aminoácidos, péptidos, proteínas y polímeros tales como quitina y lignina, para transferir cantidades sustanciales de nitrógeno a la planta huésped (Retamales & Hancock, 2011).

Las flores dispuestas en inflorescencias son pedunculadas, axilares o terminales y se abren solitarias o en racimo; son de color blanco. La corola es esférica de color verde y sobresale el estigma. El ovario está unido al cáliz; contiene entre cinco y cuatro celdas con uno o más óvulos en cada lóculo. La flor tiene de diez a ocho estambres que están insertados en la base de la corola (Buzeta, 1997).

El fruto es una baya esférica que va de 1.5 cm a 0.7 cm de diámetro. Su color depende de la variedad y tiene secreciones cerosas, así mismo se presenta en diferentes colores como azules, negros y morados. Algunos frutos contienen hasta 100 semillas al interior del endocarpio. Comercialmente el fruto tiene una cicatriz estilar que se busca sea pequeña y seca (Muñoz, 1988).

3.4. Nutrición Vegetal.

Las plantas son organismos autotróficos capaces de emplear la luz solar para sintetizar todos sus componentes a partir de dióxido de carbono, agua y elementos minerales, estudios de nutrición vegetal han demostrado que hay elementos específicos que son esenciales para la nutrición de la planta, estos se clasifican como macronutrientes necesarios en proporciones mayores como derivados del agua y el aire se tiene carbono-C, hidrogeno-H y oxígeno-O, derivados de minerales calcio-Ca, magnesio-Mg y potasio-K, derivados de materia orgánica nitrógeno-N y derivados de minerales y materia orgánica fosforo-P y azufre-S o micronutrientes necesarios en proporciones muy pequeñas se conoce del boro-B, cobre-Cu, fierro-Fe manganeso-

Mn, molibdeno-Mo y zinc-Zn en función de las cantidades relativas encontradas en el tejido vegetal (Navarro & Navarro, 2003).

Las plantas absorben los nutrientes que las alimentas principalmente a través de la raíz, en este proceso la raíz no actúa como órgano pasivo, sino que en interacción con el suelo y los microorganismos, seleccionan los minerales que requiere la planta para su desarrollo, para que pueda darse esa absorción los nutrientes deben encontrarse disueltos en agua, elemento que les sirve de vehículo y que se constituye en una condición esencial para una buena alimentación vegetal, también se puede complementar la nutrición de la planta por medio de sus hojas, llamándose este proceso nutrición foliar, (Frinck, 1988).

En las plantas superiores ciertos síntomas visuales son diagnósticos de la carencia de un nutriente específico, los desórdenes nutricionales se producen porque los nutrientes tienen funciones claves en el metabolismo vegetal, (Lincon & Zeiger, 2007). Los nutrientes pueden añadirse al suelo en forma de fertilizantes, ya sea químico u orgánico, siendo estos últimos derivados de residuos animales y vegetales. Las plantas absorben principalmente los nutrientes como iones inorgánicos, la mayoría de estos se aplican al suelo y algunos se aplican por pulverización en las hojas, (Thompson L., Frederic R., 1982).

Existen factores ambientales determinantes para el desarrollo de la planta en la cual interactúa el cultivo, las arvenses, los animales, los microorganismos del suelo, y el ambiente físico que lo rodea. El aprovechamiento de estos factores puede resultar beneficioso para la agricultura

sostenible, mejorando las condiciones ambientales del suelo, del agua y del aire, (Gliessman, 2002).

3.5. Importancia Del pH Para Las Plantas De Arándano.

Teniendo en cuenta que el pH es una medida de acidez o alcalinidad de una solución acuosa, este es un parámetro que puede determinar la disponibilidad de nutrientes junto con otros factores como la mineralogía del suelo, su estructura entre otros. La acidez-basicidad-alcalinidad de un suelo determina la biodisponibilidad de los nutrientes para las plantas (Ibañez, 2007).

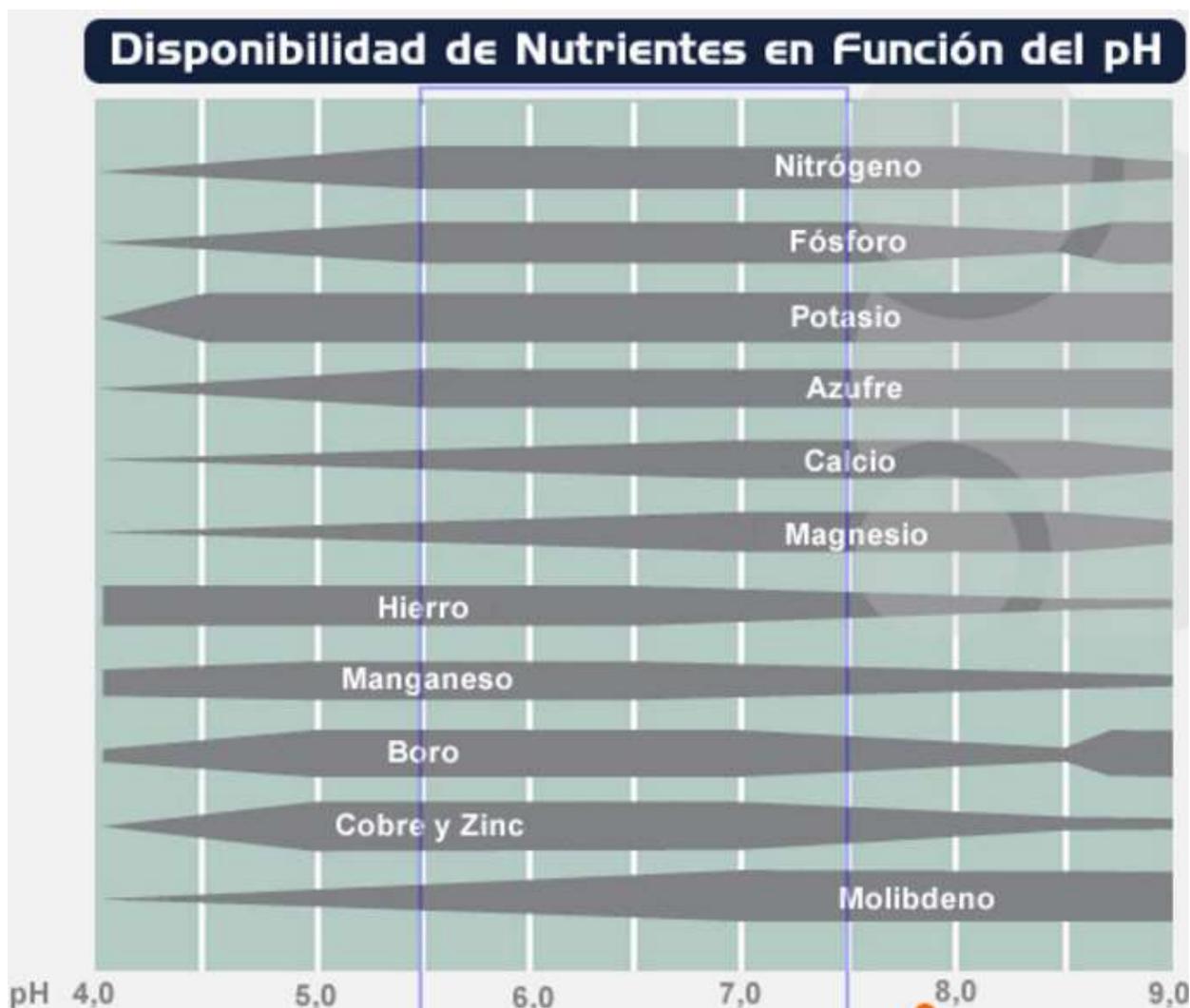


Figura No. 1: Variación de la disponibilidad de nutrientes del suelo en función del pH. Tomado de:
http://www.csr.servicios.es/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=133&Itemid=302

Las desecaciones estacionales de los climas continentales y/o mediterráneos provocan una restauración en calcio y un pH alto debido al ascenso por capilaridad de soluciones nutritivas ricas en este catión, que fue lavado a mayor profundidad en las estaciones más ricas en lluvias (Ibañes, 2007).

El pH del suelo recomendado para arándano esta entre 4.5 y 5.5., este influye en la disponibilidad de nutrientes de las plantas de arándano. Cuando su crecimiento se da en un pH alto, las hojas se tornan de un color amarillento, son pequeñas y después cambian a un color café y se caen (Retamales & Hancock, 2012). Los suelos para siembra de arándano son acidificados, ya sea, con azufre (S) antes de dicha siembra o se acidifican con ácido sulfúrico después de la siembra en los riegos. En la aplicación del azufre, ocurre la acidificación del suelo mediante procesos realizados por microorganismos en presencia de humedad y temperatura (Retamales & Hancock, 2012). La combinación del sustrato y la acidificación, hace que ocurran cambios rápidos y disminuya el pH del suelo, El cambio más duradero, las tasas de crecimiento más rápidas de plantas y la mejor producción de frutas (Gough, 1991).

3.6. Fertilización En Plantas De Arándano.

El manejo de la fertilización en un cultivo de arándano es de gran importancia para la nutrición de las plantas. Esta se puede hacer de forma convencional con cualquier tipo de fertilizante siempre y cuando se aplique en las dosis y épocas oportunas (Undurraga & Vargas, 2013). Las dosis de cada nutriente que se va a aplicar, deben estar acordes al rendimiento del cultivo y a las propiedades químicas del suelo, con lo cual se debe realizar un análisis de este para poder hacer un programa de fertilización debido a que la falta o exceso de algún nutriente afectará significativamente la productividad de la plantación y la calidad de los frutos, y se debe apoyar en un análisis foliar para obtener un diagnóstico nutricional detallado para complementar este programa de fertilización (Undurraga & Vargas, 2013).

La llegada de nutrientes a la planta de arándano puede hacerse por tres formas distintas: por flujo de masa que genera absorción de agua en la transpiración, por difusión donde los nutrientes pasan de una mayor concentración a una menor concentración (del suelo a la planta), y de intercepción en la que las raíces en su proceso de crecimiento encuentran los nutrientes (INIA, s/f).

En comparación con otras especies frutales, el arándano tiene bajos requerimientos nutricionales especialmente en el caso del potasio (K) y el calcio (Ca) (Retamales, 1988). Los niveles foliares estándar, es decir aquellos valores bajo los cuales el crecimiento y la producción se ven afectados, son similares para arándanos de arbusto alto y para ojo de conejo, excepto el nitrógeno y algunos micronutrientes (Retamales, 1988). La inoculación de micorrizas aumenta la absorción de nutrientes y agua en la planta de arándano, aumenta la eficiencia de la fotosíntesis, la respiración y eficiencia en la fertilización (Retamales y Hancock, 2012).

4. Metodología.

4.1. Localización.

En un cultivo de arándano con establecimiento en el campus Nueva Granada de la Universidad Militar en el municipio de Cajicá Cundinamarca, vereda Rio Grande, sector Las Manas, se localiza entre las coordenadas geográficas Latitud: 4° 56' 705'' y Longitud: 74° 00' 704'' a una altitud de 2580 m.s.n.m. con una temperatura promedio al año entre 12°C y 18°C, precipitación promedio anual entre 900 y 1000 ml, de clima frio húmedo transicional a seco con un paisaje de planicie y relieve ligeramente plano con una pendiente entre el 1 y el 3% (González, et al., 2009). La radiación promedio de la región es de 176 W/m², la humedad relativa

durante el periodo de desarrollo del proyecto fue del 87% y la velocidad del viento llegó a 1.04 m/s.



Figura No. 2: Localización del cultivo de arándano. Universidad Militar Nueva Granada sede Cajicá

Se realizó el proyecto de investigación durante 11 meses y la fase experimental de este estudio comenzó desde septiembre del año 2015 y finalizó en julio del año 2016.

Antes de iniciar la parte experimental de la acidificación del agua de riego, se realizó un análisis químico del suelo donde estaba establecido el cultivo, el cual fue plantado sobre terreno natural. Sin embargo, en el hoyo de siembra de cada árbol, se colocó una mezcla de 70% de suelo con 30% de cascarilla de arroz. Los resultados del análisis mostraron niveles bajos de manganeso (Mn) con 44.46ppm y boro (B) 0.51 ppm siendo entre 15 ppm y 20 ppm de manganeso y entre 0.6ppm y 1 ppm los rangos de nivel óptimo para estos dos elementos. Los niveles de sodio (Na) y de cobre (Cu) se encuentran dentro del rango adecuado de 0.44 meq/100g y de 1.77 ppm respectivamente. Los demás elementos se encuentran por encima de los niveles óptimos para el cultivo (tabla 2). El pH del suelo se encuentra en 6.76 y es muy alto para el cultivo de arándano, el cual se debe manejar con un pH entre 4.5 y 5.5 para óptimo desempeño de las plantas (Retamales J. & Hancock J. 2012). Para que se asimile el hierro (Fe) por parte de la planta, se debe manejar un pH inferior a 5.3 y niveles de calcio (Ca) y potasio (K) normales, (Retamales J. & Hancock J. 2012). El pH alto y los niveles altos en el suelo de calcio (Ca) y potasio (K) pueden inhibir la presencia de hierro (Fe) aunque este se encuentre en niveles medio o alto en los análisis foliares (anexo 1 y 2)

4.2. Diseño Experimental.

Se realizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones para un total de 24 unidades experimentales. Cada repetición consistió en 4 plantas de arándanos de una misma variedad. En total se trabajó con 96 plantas.

Se trabajó con las variedades Biloxi y Sharp Blue de un cultivo ya establecido y organizadas al azar en unidades experimentales de 4 plantas cada una, 4 unidades experimentales por cama en

6 camas, como lo muestra la tabla 1. En este estudio se utilizó un total de 96 plantas para las mediciones de las variables.

Tabla 1: plano de siembras del cultivo de arándano con diseño experimental al azar.

No cama	Distribución de los tratamientos			
1	ShB	Bx	Bx	ShB
2	ShB	Bx	Bx	ShB
3	Bx	ShB	Bx	ShB
4	Bx	ShB	Bx	ShB
5	ShB	Bx	ShB	Bx
6	Bx	Bx	ShB	ShB
ShB: Sharp Blue				
Bx: Biloxi				
	Tratamiento con agua acidificada a pH 5			
	Tratamiento control			

4.2.1. Tratamientos.

En el tratamiento T1 se trabajó con la variedad Sharp Blue con riego acidificado, el tratamiento T2 con la variedad Sharp Blue con riego sin acidificar, el tratamiento T3 con la variedad Biloxi con riego acidificado y el tratamiento T4 con riego sin acidificar.

Cada repetición se marcó con banderines de colores de la siguiente forma: banderín rojo para los lotes donde se estableció la variedad Biloxi (Figuras 3 y 4) y banderín azul para los lotes donde está la variedad Sharp Blue (Figuras 5 y 6). La marcación de las repeticiones que llevaron el tratamiento acidificado se hizo sobre el soporte que sostenía el banderín y fue de color rojo

(Figuras 3 y 5) mientras que los tratamientos que llevaron agua sin acidificar no llevaron ningún tipo de marcación(Figuras 4 y 6).



Figura No. 3: Marcación de Biloxi acidificado. Foto: F. Sanabria (2015)



Figura No 4: Marcación de Biloxi control. Foto: F. Sanabria (2015).



Figura No. 5: Marcación de Sharp Blue acidificado. Foto: F. Sanabria (2015).



Figura No. 6: Marcación de Sharp Blue control. Foto: F. Sanabria (2015).

El suministro de riego se hizo de forma directa utilizando una regadera con agua de acueducto a razón de 1L de agua por planta al día aproximadamente durante 2 días a la semana (martes y jueves). Para garantizar la nutrición de las plantas, se realizó fertirriego 3 días a la semana (lunes, miércoles y viernes) con solución nutritiva Hoagland. Se cuenta con dos canecas para los tratamientos, una para la preparación de la solución nutritiva de una capacidad de 200 litros y otra de 50 litros para la preparación del riego acidificado.

Para suministrar el riego a las unidades experimentales de control, como lo muestra la distribución de los tratamientos en la tabla 1, se tomó el pH del agua con el potenciómetro consort (Figura 7) modelo C5020 y la conductividad eléctrica con conductímetro Schott modelo Handylab LF11. Para acidificar el agua de riego se utilizó ácido fosfórico (Ficha técnica anexo 22) hasta hacerlo llegar a un pH de 5 o cercano, como lo muestra la Figura No 9, suministrando entre 1 cm³ y 1.25cm³ (Figura 8) a 50 litros de agua con medición de pH con potenciómetro que se calibró al inicio de cada medición y también se tomó la conductividad eléctrica. Este riego se suministró con regadera a las plantas de arándano.

Tabla 2: Tratamientos.

<i>Tratamiento</i>	<i>Variedad</i>	<i>Tipo de riego</i>	<i>Repeticiones</i>
<i>T1</i>	Sharp Blue	Acidificado	6
<i>T2</i>	Sharp Blue	No acidificado	6
<i>T3</i>	Biloxi	Acidificado	6
<i>T4</i>	Biloxi	No acidificado	6

El riego que se hizo con solución nutritiva a todas las plantas de los diferentes tratamientos, que no se acidificó, se tomó datos de pH y conductividad eléctrica para controlar que no afectara

el pH de esta a los tratamientos de agua acidificada y control. De igual forma se tomó pH y conductividad eléctrica del suelo cada 2 meses.



Figura No. 7: Medición pH agua potable. Foto: F. Sanabria (2015).



Figura No. 8: Acidificación del agua de riego. Foto: F. Sanabria (2015).



Figura No. 9: Medición pH agua tratamiento acidificado. Foto: F. Sanabria (2015).



Figura No. 10: Medición pH solución nutritiva. Foto: F. Sanabria (2015).

4.2.2. Características De Las Variedades Biloxi y Sharp Blue.

Estas variedades resultaron de cruces seleccionados entre *V. corymbosum* y *V. darrowii*. Son plantas de tipo arbustivo, que se han desarrollado en regiones de clima templado, con veranos bastante cálidos e inviernos extremadamente fríos. Para su desarrollo necesitan adecuada temperatura, luminosidad, humedad relativa y sobre todo un buen número de horas frío debido a que su requerimiento está entre 150 y 250 horas, respectivamente (Fall Creek Farm & Nursery, 2011).

Biloxi fue liberado en 1998 desde Mississippi, tiene buen crecimiento y buena estructura arbustiva, requiere menos de 400 horas de frío (Retamales y Hancock, 2011), presenta frutos de buena calidad y excelente sabor, sus bayas son pequeñas a medianas (11 mm aproximadamente), de color azul claro (Fall Creek Farm & Nursery, 2011).

Por su parte, Sharp Blue fue liberado en 1976 desde Florida, se encuentra en regiones frías. Su requerimiento de horas frío está por debajo de 150 horas frío, es un arbusto ligeramente esparcido extremadamente vigoroso (Retamales y Hancock, 2011). La temporada de cosecha es muy larga, las bayas son de color oscuro, tamaño medio y en ocasiones difíciles de cosechar. La calidad de la fruta es sensible a altas temperaturas (Fall Creek Farm & Nursery, 2011).

4.3. Variables.

Se determinó el efecto del riego con agua acidificada sobre el crecimiento y producción de arándanos, se realizaron mediciones mensuales de crecimiento y área foliar en los brotes, y los frutos se midieron cada 15 días desde que comenzó la producción.

4.3.1. Brotes De Arándano.

Se escogieron brotes del tercio medio de la planta y se marcaron con una cinta de color rojo. Se midió el crecimiento de los tallos laterales o brotes con una regla de medición de 50 centímetros tomando el registro del brote desde donde comienza la yema axilar hasta la yema apical de cada uno. En el mismo brote se realizó el conteo de hojas y se midió el ancho de cada una para poder determinar el área foliar por método no destructivo en el cual se mide el ancho o el largo de cada hoja y este valor se reemplaza en la variable de una ecuación previamente obtenida para determinar el área foliar de cada hoja (Mesa, 2015). Para Biloxi la ecuación que se aplicó fue $Y = 1.7361X^{1.7333}$, y para Sharp Blue fue $Y = 2.0199X^{1.6315}$.

4.3.2. Frutos De Arándano.

A partir de la cosecha de los frutos, se realizaron las mediciones de variables como peso del fruto, diámetro del fruto, grados °Brix, pH del fruto, Número de frutos por planta y por tratamiento y peso total por tratamiento.

4.3.2.1. Peso Del Fruto De Arándano.

Se realizó la cosecha manual de cada planta de arándano, se procedió a pesar los frutos individualmente en una balanza electrónica de precisión marca Sartorius de 2 dígitos decimales con capacidad de 4200 gramos (Figura 11).



Figura No 11: Medición individual de frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).

4.3.2.2. Diámetro Del Fruto De Arándano.

El calibre del fruto se tomó con un calibrador o pie de rey midiendo el diámetro máximo de la zona ecuatorial del fruto y esta operación se realizó individualmente (Figura 12).



Figura No. 12: Medición del diámetro de un fruto de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).

4.3.2.3. Número de Frutos Y Peso Total.

Se realizó el conteo de cada uno de los frutos que se cosechó de cada planta con el fin de determinar el rendimiento de los tratamientos y de cada variedad. Con este dato del número de frutos se tomó el peso de estos por cada planta cosechada (Figura 13).



Figura No. 13. Frutos cosechados para conteo y pesaje. Foto: F. Sanabria (2015).

4.3.3. Variables Químicas De Calidad Del Fruto.

Para determinar el efecto de la acidificación del agua de riego sobre parámetros químicos de la calidad de los frutos de arándanos, en cada cosecha se realizó mediciones.

4.3.3.1. Grados °Brix de los Frutos De Arándano.

Se determinaron los sólidos solubles totales por medio de la medición de los grados °Brix con un refractómetro digital portátil de marca Hanna, macerando los frutos para extraer el jugo colocando una o dos gotas en el lector de este equipo (Figura 14).



Figura No. 14: Medición de grados brix de frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).

4.3.3.2. Medición de pH de los Frutos De Arándano.

De cada uno de los tratamientos se maceraron los frutos y el jugo se depositó en recipientes plásticos pequeños para determinar el pH de cada uno (Figura 15).



Figura No 15: Medición de pH de los frutos de arándano. Foto: F. Sanabria (2015).

4.4. Variables Químicas Del Suelo.

Para determinar el efecto del riego acidificado sobre el pH y la conductividad eléctrica del suelo, se midieron estas variables cada 2 meses.

4.4.1. pH y Conductividad Eléctrica Del Suelo Por Tratamiento.

Se realizó una serie de muestreos de suelo para determinar el pH y la conductividad del suelo con el método 1:2 el cual consiste en colocar por una muestra de suelo 2 muestras de agua destilada. La muestra de suelo se tomó de las 4 plantas de cada unidad experimental, se mezcló y se dejó secar durante 3 días, se tamizó y de esta muestra tamizada se tomó una muestra en un recipiente plástico de 50 cm³, se depositó en un frasco de vidrio de 250 cm³ de capacidad al cual se le adicionó 100 cm³ de agua destilada para ser agitado con agitador manual de vidrio hasta que la muestra quedó homogenizada. Se tomó el dato de pH de cada una de las muestras con el potenciómetro consort y estas muestras se dejaron reposar por una hora y después de este tiempo se tomó el dato de conductividad eléctrica.



Figura No. 16: Muestra de suelo tamizado. Foto: F. Sanabria (2015)

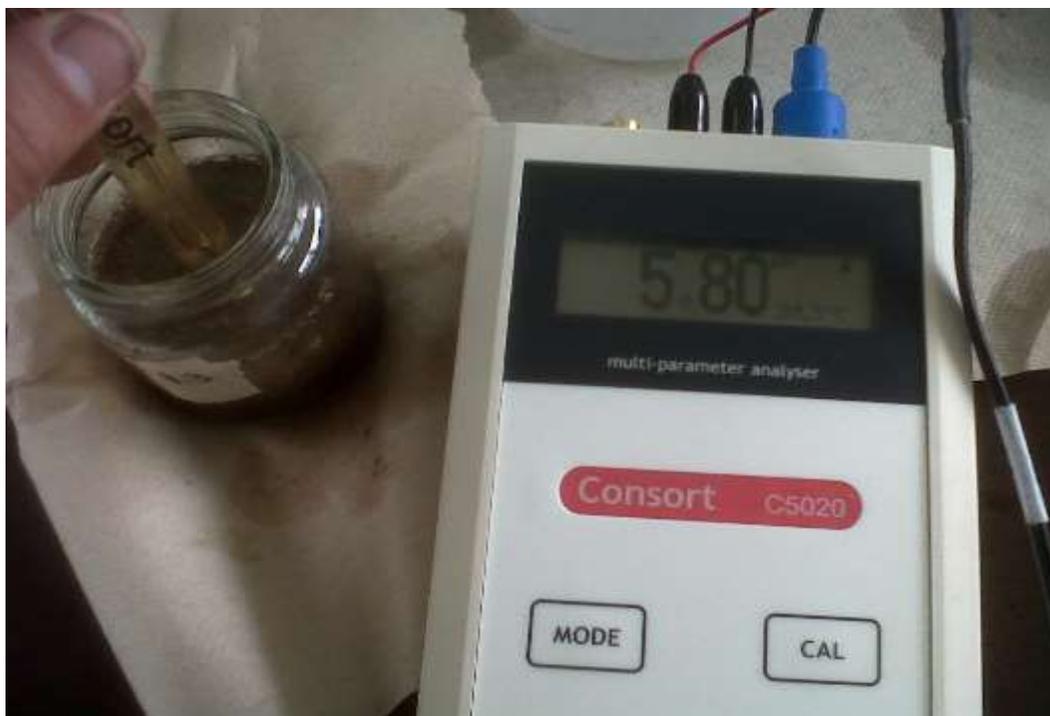


Figura No. 17: Medición de pH del suelo. Foto: F. Sanabria (2015)



Figura No. 18: Medición de la conductividad eléctrica del suelo. Foto: F. Sanabria (2015)

4.5. Análisis Estadísticos.

Se hizo un análisis de tipo factorial: factor acidificación del agua de riego con dos niveles (acidificada y no acidificada), y factor variedad con dos niveles (Biloxi y Sharp Blue).

Los resultados se registraron en tablas dinámicas y se analizaron por medio de estadística descriptiva representados en gráficas de barras de los promedios con el error estándar. Para determinar las diferencias entre los tratamientos y las variedades, los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y a prueba de Tukey ($P < 0,05$). Para estos análisis de varianza y prueba de Tukey se utiliza el programa estadístico InfoStat versión 5.13.1 del 2016.

5. Resultados y Discusión.

5.1. Dimensión de Brotes.

Se comenzó a medir el tamaño de brotes el 1 de septiembre de 2015 con brotes que promediaban 1.42 cm de largo en la variedad Biloxi con tratamiento de acidificación (BA), 1.48 cm los brotes de acidificación de la variedad Sharp Blue (ShA), 2.03 cm de promedio en los brotes de Biloxi sin acidificar (BC), y 1.81cm en la variedad Sharp Blue sin acidificar (ShC).

En total se midieron 5 brotes por tratamiento para un total de 600 datos registrados durante la fase experimental mensualmente durante 5 meses para la dimensión de los brotes. Cuando

comenzó la fase de floración se detuvo la toma de datos debido a que el brote deja de crecer para entrar a la fase reproductiva. Al final de la medición se obtuvo brotes de un promedio de 9.12 cm de largo en la variedad Biloxi con tratamiento de acidificación (BA), 13.93 cm en los brotes de la variedad Sharp Blue (ShA) con tratamiento de acidificación, 10.25 cm de promedio en los brotes de Biloxi sin acidificar (BC), y 15.63 cm en la variedad Sharp Blue sin acidificar (ShC) (Figura 19).

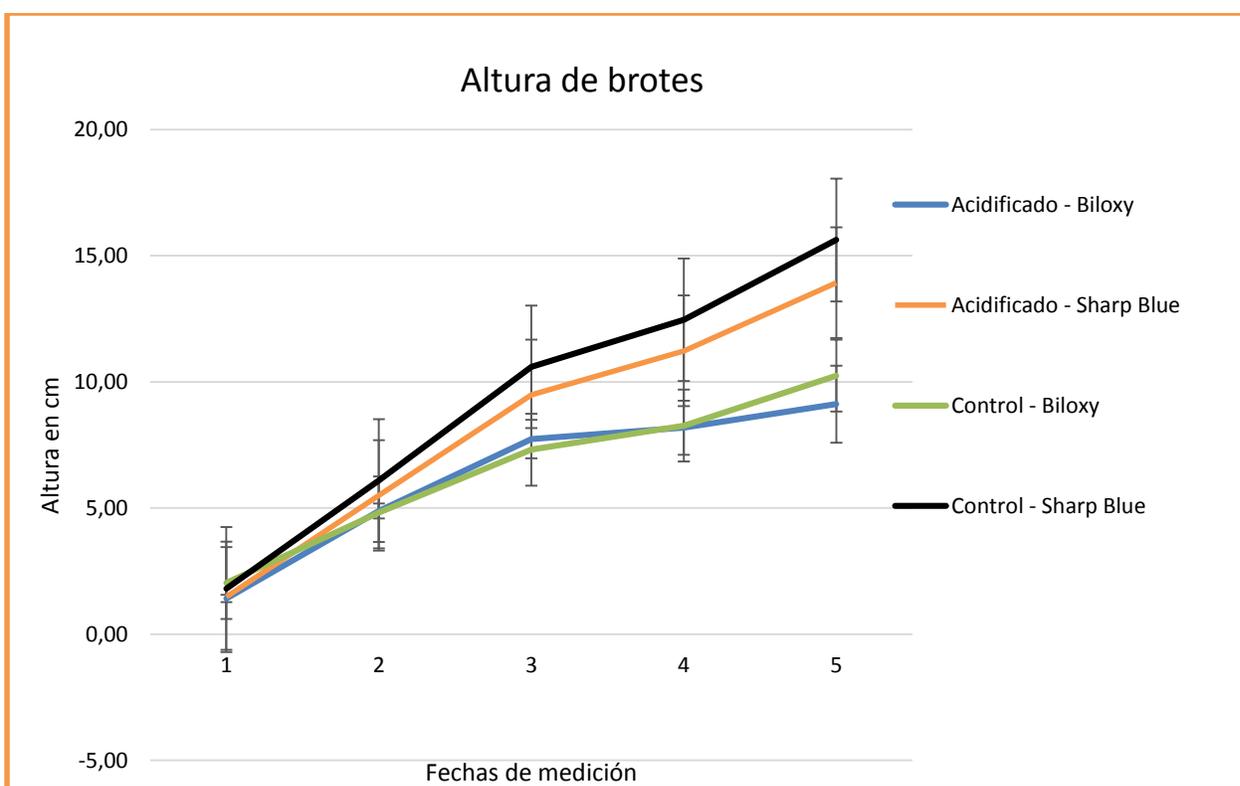


Figura No. 19: Resultados de la medición de altura en brotes de arándano.

Tanto en los tratamientos acidificados como en los tratamientos sin acidificar (tabla 1), se observa que los brotes de la variedad Sharp Blue crecen más que la variedad Biloxi. No se

observa efectos positivos en los tratamientos acidificados, por el contrario los brotes con mayor promedio de altura se presentan en los tratamientos de control.

Según Ferreyra et al (2001), el desarrollo vegetativo en los arándanos regados con aguas de pH 4 y 5 fueron estadísticamente diferentes y el riego con agua de pH 7,8 produjo un menor desarrollo vegetativo de las plantas.

5.2. Área Foliar.

Para hallar el área foliar, se realizó el conteo de las hojas de los brotes marcados y se realizó la medición del ancho de cada una de ellas. Este conteo y mediciones se hicieron mensualmente con la misma frecuencia que se midió la variable de crecimiento de los brotes.

El área foliar de Biloxi acidificado tomado el 1 de septiembre es de 11.34 cm², Biloxi control es de 13.89 cm², mientras que la variedad Sharp Blue del tratamiento acidificado es de 12,84 cm², y del tratamiento control es de 14,23 cm². Al final de la toma de datos tenemos que Biloxi acidificado llega una área foliar de 21,68 cm², el tratamiento control es de 25,46 cm² mientras la variedad Sharp Blue con el tratamiento acidificado termina con un área foliar de 85,15 cm² y el control con 122,07 cm² en promedio (Figura 20).

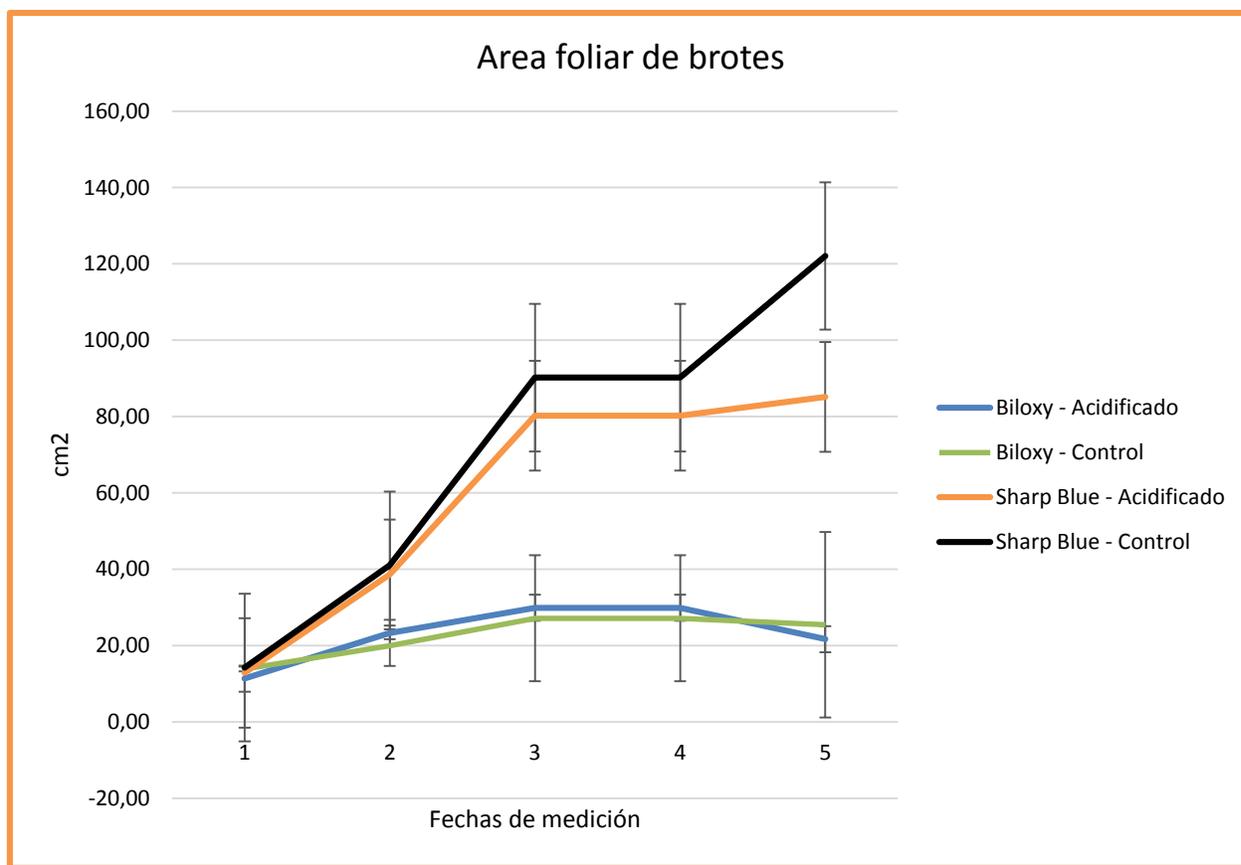


Figura No. 20: Resultados de medición de área foliar en brotes de arándanos.

Se evidencia que la variedad con mayor área foliar es Sharp Blue con un promedio de 65,48 cm² mientras que la variedad Biloxi es de 22,97 cm². El área foliar del tratamiento acidificado en la variedad Biloxi es ligeramente mayor que el control mientras que en la variedad Sharp Blue es notable la gran diferencia del tratamiento de control 71,54 cm² frente al tratamiento acidificado de 59,42 cm². La acidificación del agua de riego no representa un impacto positivo en los datos de área foliar de los brotes de arándano.

Mesa en el 2015 afirma que, aunque “Biloxi” en algunos momentos de muestreos tuvo mayor número de hojas con respecto a “Sharpblue”, este último fue superior en cuanto al área foliar por el tamaño de las mismas.

5.3. Peso Individual De Frutos De Arándano

Se comenzó a tomar datos de producción cada 15 días a partir del 18 de marzo del 2016 y hasta el 1 de julio de 2016 obteniendo 1324 registros en total. Durante este periodo se cosechó los frutos de cada planta donde se obtuvo los siguientes datos:

Para el tratamiento acidificado la variedad Biloxi tuvo un promedio de 1.15 gramos de peso por fruto y la variedad Sharp Blue 1,55 gramos, mientras que el control de la variedad Biloxi se tiene un promedio de 1 gramo por fruto mientras que en la variedad Sharp Blue cada uno de los frutos pesa 1.36 gramos (figura 21).

Estadísticamente existieron diferencias significativas entre tratamientos donde fue mayor el peso individual de los tratamientos acidificados, entre variedades presentó mayor diferencia Sharp Blue que Biloxi sin existir ninguna interacción entre estos factores.

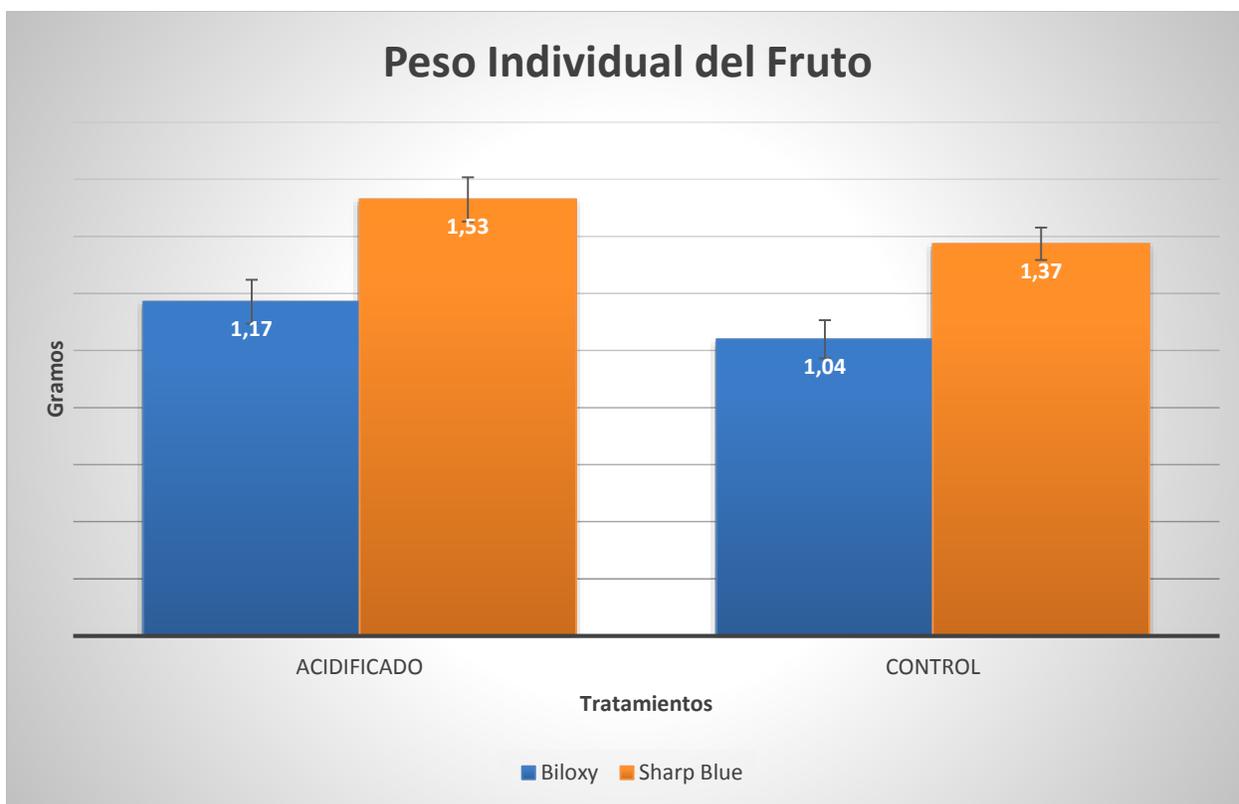


Figura No. 21: Peso individual de frutos de arándano.

Se observa un impacto positivo de la acidificación del agua de riego en el peso individual de los frutos de arándano. De hecho, la variedad Sharp Blue presenta mayor peso individual de los frutos que la variedad Biloxi y la acidificación es de 1,35 gramos por fruto contra 1,18 gramos del tratamiento control.

En el trabajo realizado por Ferreyra et al (2001), el peso promedio por unidad fue significativamente superior en las plantas regadas con agua de pH 2.

5.4. Calibre De Frutos De Arándano.

Los frutos cosechados fueron medidos uno por uno y se obtiene que el promedio del diámetro mayor de la zona ecuatorial de los frutos en la variedad Biloxi del tratamiento de acidificación del agua es de 1.26 cm y el promedio del diámetro de la variedad Sharp Blue del tratamiento acidificado es de 1,43 cm, mientras que el tratamiento de control en la variedad Biloxi nos muestra un promedio de diámetro por fruto de 1,2 cm contra 1,36 cm de la variedad Sharp blue (Figura 22).

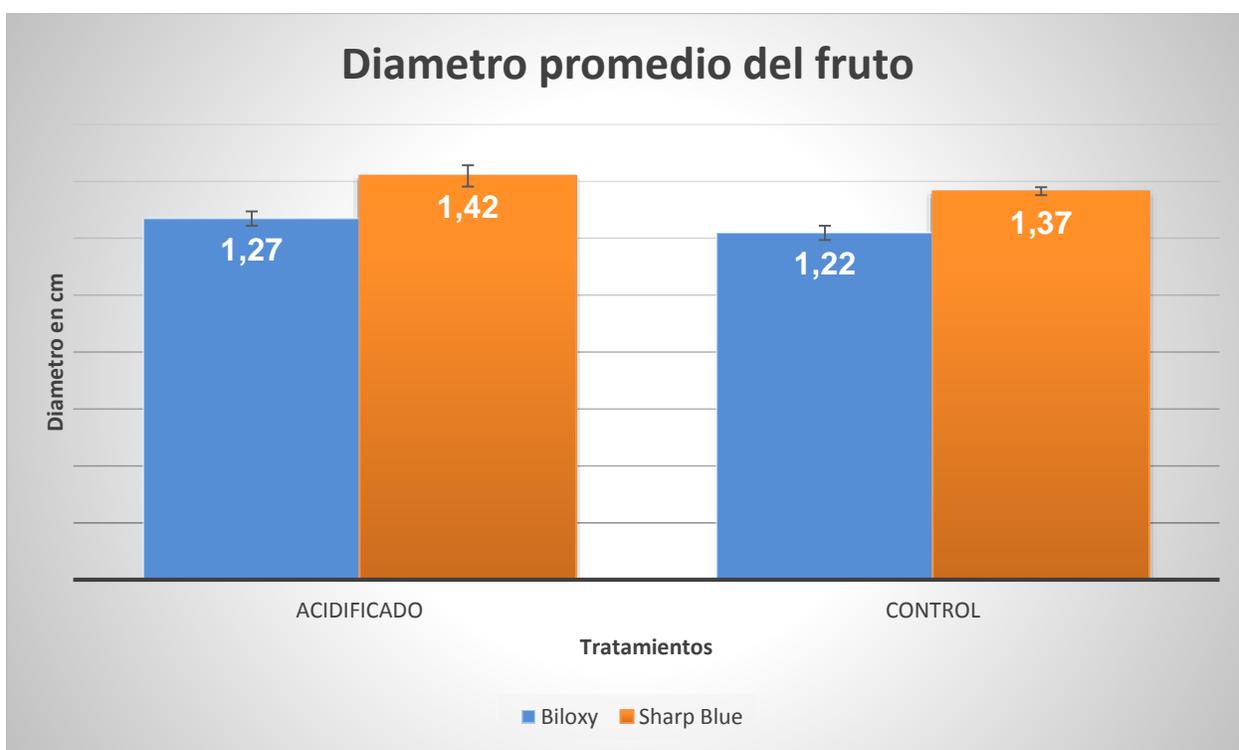


Figura No. 22: Diámetro de frutos de arándano.

Existe un efecto positivo de la acidificación del agua de riego en las 2 variedades frente al tratamiento de control y entre variedades se observa que la variedad Sharp Blue presenta mayor diámetro promedio que la variedad Biloxi. Estadísticamente no hubo diferencias significativas

entre los tratamientos acidificados y los tratamientos sin acidificar mientras que entre variedades hubo diferencias significativas altas siendo mayor el diámetro del fruto de la variedad Sharp Blue que el de la variedad Biloxi, sin ningún tipo de interacción entre estos factores.

Cautín (2010), afirma que el calibre del fruto del arándano está definido por los 120 días después de la floración ya que requiere brotes de alta calidad. Otros factores importantes son los agentes exógenos como el ambiente y las prácticas culturales propias del cultivo (Agusti et al., 2003). En el trabajo realizado por Ferreyra et al (2001), el diámetro de los frutos fue significativamente superior en plantas regadas con agua de pH 2.

Cortes et al, en el 2016 dice que, en las plantas de 20 meses, los frutos de 'Biloxi' tuvieron un diámetro medio de 1,5 cm; 20% de las frutas cosechadas total tenía este diámetro, seguido en un 17,9% con un diámetro de 1,4 cm. Sharp Blue tenía un similar diámetro medio de 1,5 cm, pero el mayor porcentaje de la cosecha de frutas, 17,8%, tenía un diámetro de 1,3 cm, seguido de un diámetro de 1,5 cm en 17,3%. La gama de diámetros para ambos cultivares fue entre 0,9 y 2,2 cm para 'Biloxi' y entre 0,9 y 2,1 cm de Sharp Blue.

5.5. Grados °Brix De Frutos De Arándano.

Se Tomaron 1091 registros de grados °Brix de los frutos de los cuales se sacó promedio por cada tratamiento que nos da como resultado que el promedio de los grados °Brix de la variedad Biloxi con tratamiento de acidificación del agua de riego es de 10,15% y de la variedad Sharp Blue es de 11,62% en promedio mientras que en el tratamiento de control para la variedad Biloxi el promedio de grados °Brix es de 8,955 mientras que la variedad Sharp Blue es de 8,82%

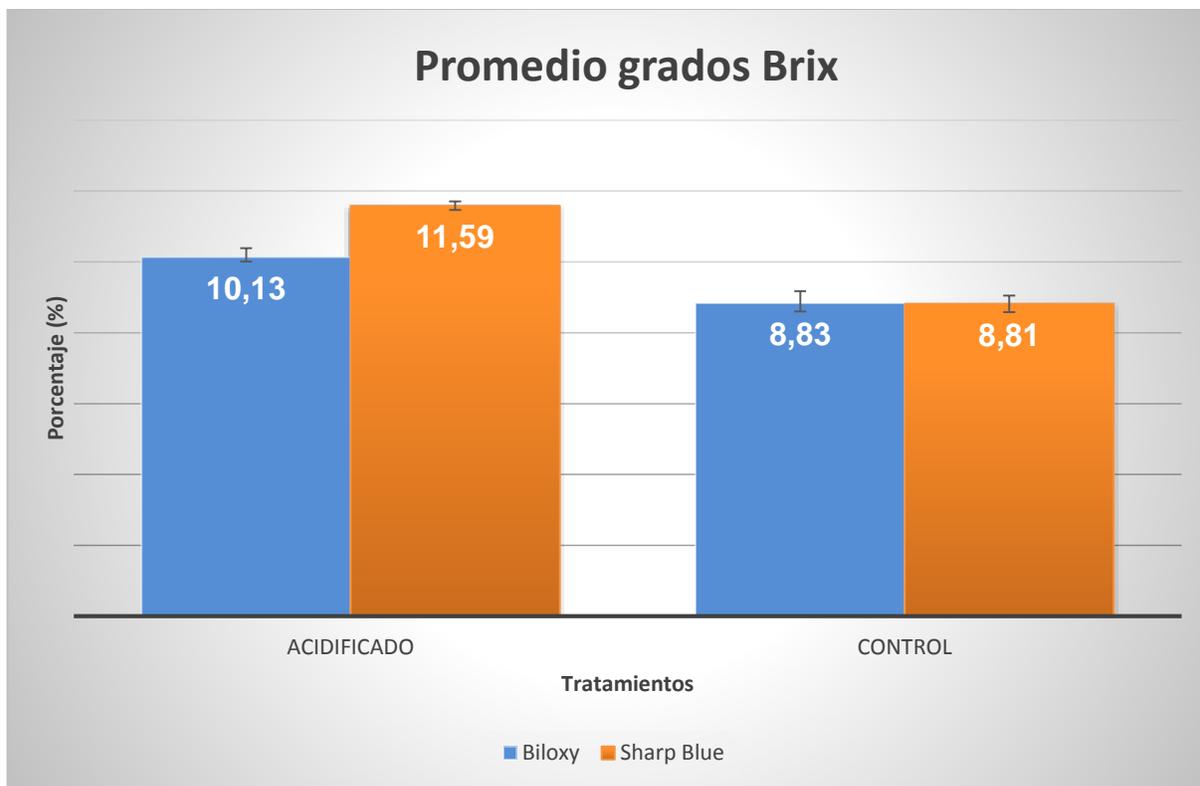


Figura No. 23: Grados °Brix de frutos de arándano.

El porcentaje de grados °Brix en los tratamientos acidificados es mayor que en los tratamientos control con un promedio de 10,89% contra 8,8% de los tratamientos de control.

Estadísticamente se presentaron diferencias significativas altas entre tratamientos siendo mayor los tratamientos acidificados que los tratamientos sin acidificar y entre variedades fue mayor el de Sharp Blue que la variedad Biloxi.

El contenido de sólidos solubles totales aumenta durante la maduración de los frutos (Hubbard et al. 1990). No hubo diferencias entre los cultivares evaluados, con una media de 13,6

° Brix para 'Biloxi' y 13.58 ° Brix para 'Sharpblue', Este último mostró una tendencia a presentar valores más altos que 'Biloxi' (Cortés et al, 2016).

5.6. pH De Los Frutos De Arándano.

El pH de los frutos de arándano que han sido regados con agua acidificada, en la variedad Biloxi nos arroja un pH de 2,85 en promedio y la variedad Biloxi el pH es de 3,04, mientras que el promedio de pH para los tratamientos de control son de 2,99 para Biloxi y 3,17 para la variedad Sharp Blue.

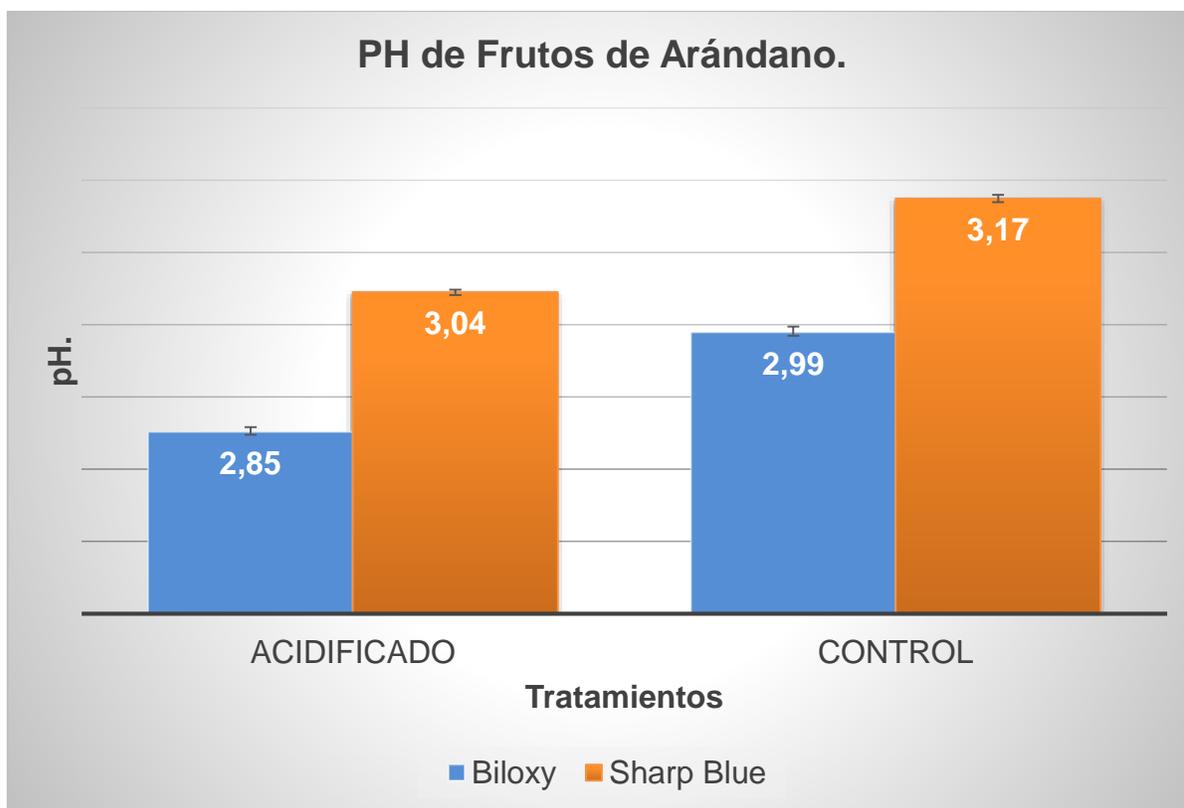


Figura No. 24: pH de frutos de arándano.

El pH de los frutos que han recibido el tratamiento de agua acidificada muestra mayor acidez que los tratamientos de control de 2,94 contra 3,08 respectivamente. Estadísticamente existieron diferencias significativas entre los tratamientos y entre las variedades sin ningún tipo de interacción, siendo mayor los tratamientos sin acidificar y la variedad Sharp Blue.

5.7. Número De Frutos Por Planta.

Promediando la cantidad de frutos cosechados por planta tenemos que los tratamientos de agua acidificada en la variedad Biloxi es de 114 frutos por planta y la variedad Sharp Blue es de 134,5 frutos promedio por planta, mientras que los tratamientos de control, la variedad Biloxi tiene un promedio de 134,75 frutos por planta y la variedad Sharp Blue es de 155 frutos por planta en promedio.

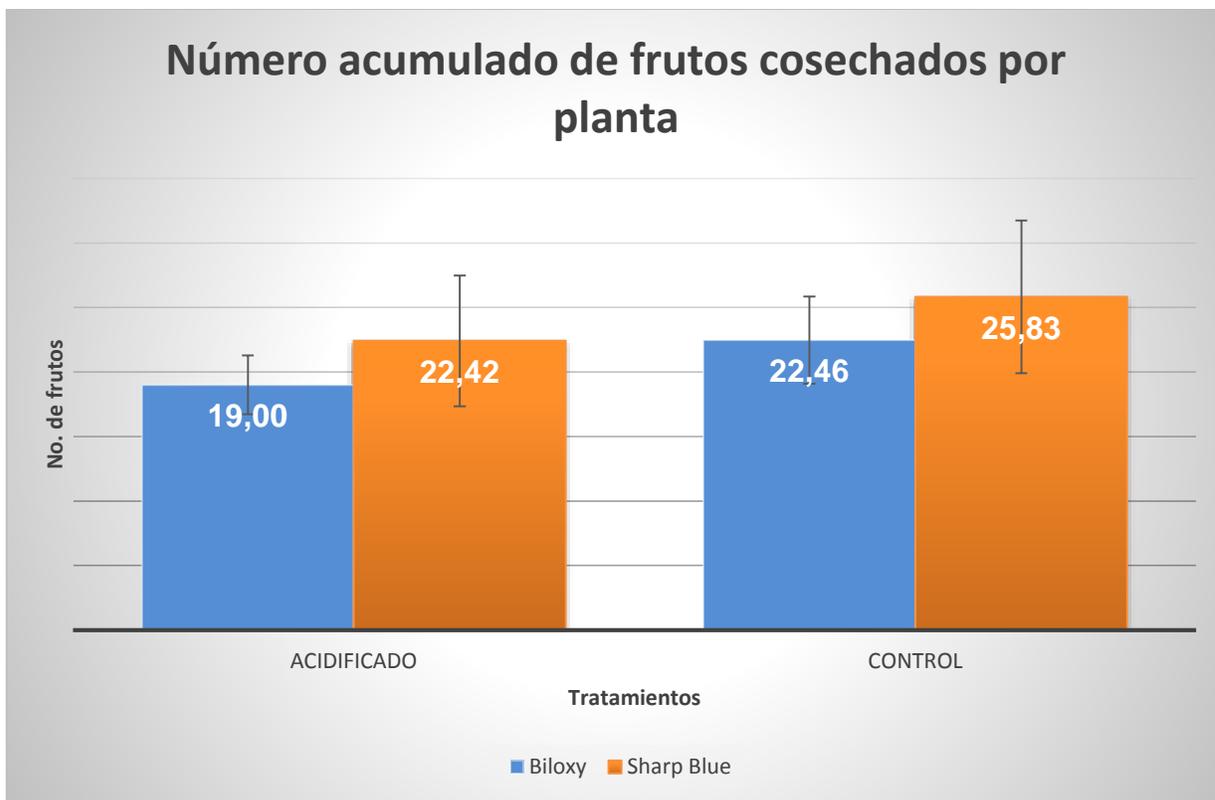


Figura No. 25: Total de frutos cosechados por planta de arándano.

La acidificación del agua de riego no impacta positivamente el rendimiento de las plantas de arándano. Estadísticamente no existe ninguna diferencia significativa entre tratamientos y tampoco entre variedades. Tampoco existe ninguna interacción entre estos factores.

En el trabajo realizado por Ferreyra et al (2001), El número total de frutos cosechados fue similar en los cuatro tratamientos, pero la producción total de frutos fueron significativamente superiores en las plantas regadas con agua de pH 2.

5.8. Peso De Frutos Por Planta.

El peso acumulado por planta en el tratamiento acidificado de la variedad Biloxi es de 132.4 gramos, mientras que la variedad Sharp Blue del tratamiento acidificado sumó un total de 201.54 gramos de peso de los frutos de arándano.

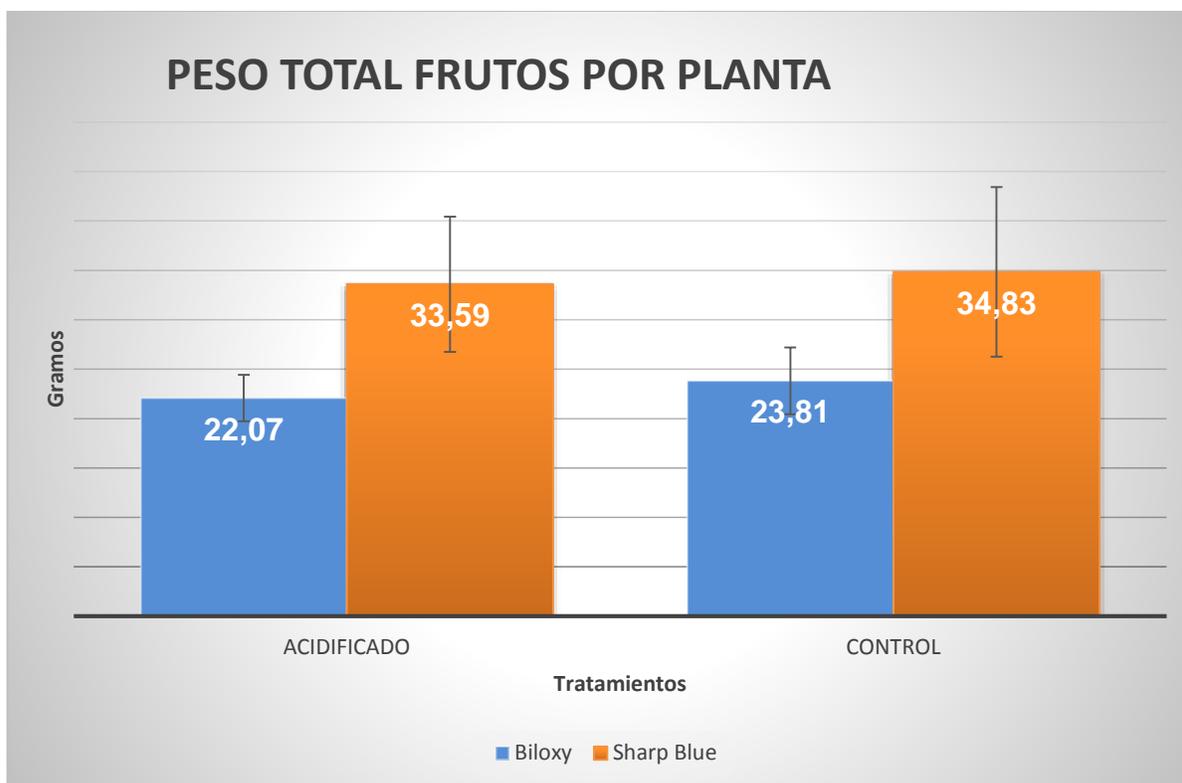


Figura No. 26: Peso total de frutos por planta de arándano.

Así mismo, los tratamientos de control sumaron un total de 351,88 g de peso acumulado por planta en la que la variedad Biloxi aportó 142,87 g y la variedad Sharp Blue 209 g.

Estadísticamente no existe ninguna diferencia significativa entre tratamientos y tampoco entre variedades. Tampoco existe ninguna interacción entre estos factores.

En el trabajo realizado por Ferreyra et al (2001), el peso promedio por unidad fue significativamente superiores en las plantas regadas con agua de pH 2.

5.9. pH Y Conductividad Eléctrica Del Suelo Por Tratamiento.

En los 144 registros de la conductividad y del pH del suelo en el que estaba cada tratamiento, se comenzó a tomar desde agosto del año 2015 hasta el pasado 27 de julio de 2016 cada 2 meses.

La variedad Biloxi acidificada nos muestra un pH del suelo de 6.03 promedio, el control de Biloxi fue de 5.95 promedio mientras que la variedad Sharp Blue acidificado tuvo un promedio de 5.94 y Sharp Blue no acidificado fue de 5.98.

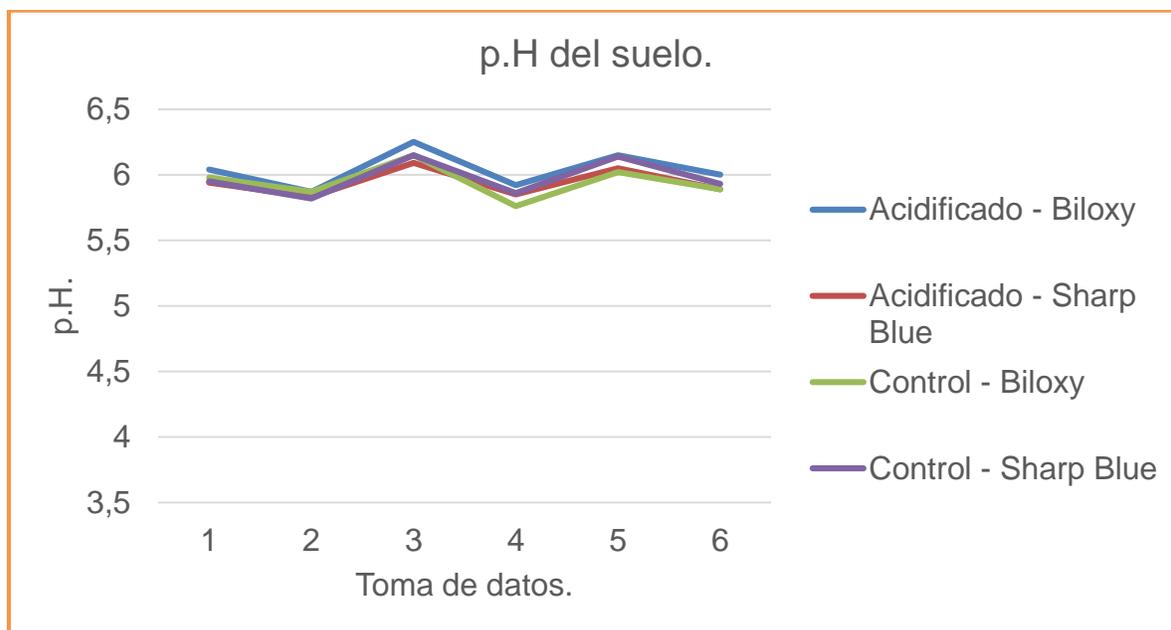


Figura No. 27: Promedio del pH del suelo de cada tratamiento durante la fase experimental.

Para Retamales (1988), los rangos de pH en el suelo entre 4.0 y 5.2 se consideran satisfactorios para el crecimiento de los arándanos, con desarrollo óptimo de la planta en el rango de 4.5 a 4.8.

Por otro lado, el registro de la conductividad eléctrica para la variedad Biloxi del tratamiento acidificado de 0,68 mS/cm promedio. El tratamiento control de esta variedad nos da un promedio de 0,666 mS/cm. Mientras que en la variedad Sharp Blue registra un promedio es de 0,683 mS/cm, el tratamiento acidificado de esta variedad es de 0,668 mS/cm. El tratamiento de control de la variedad Sharp blue tiene un promedio de 0,699 mS/cm.

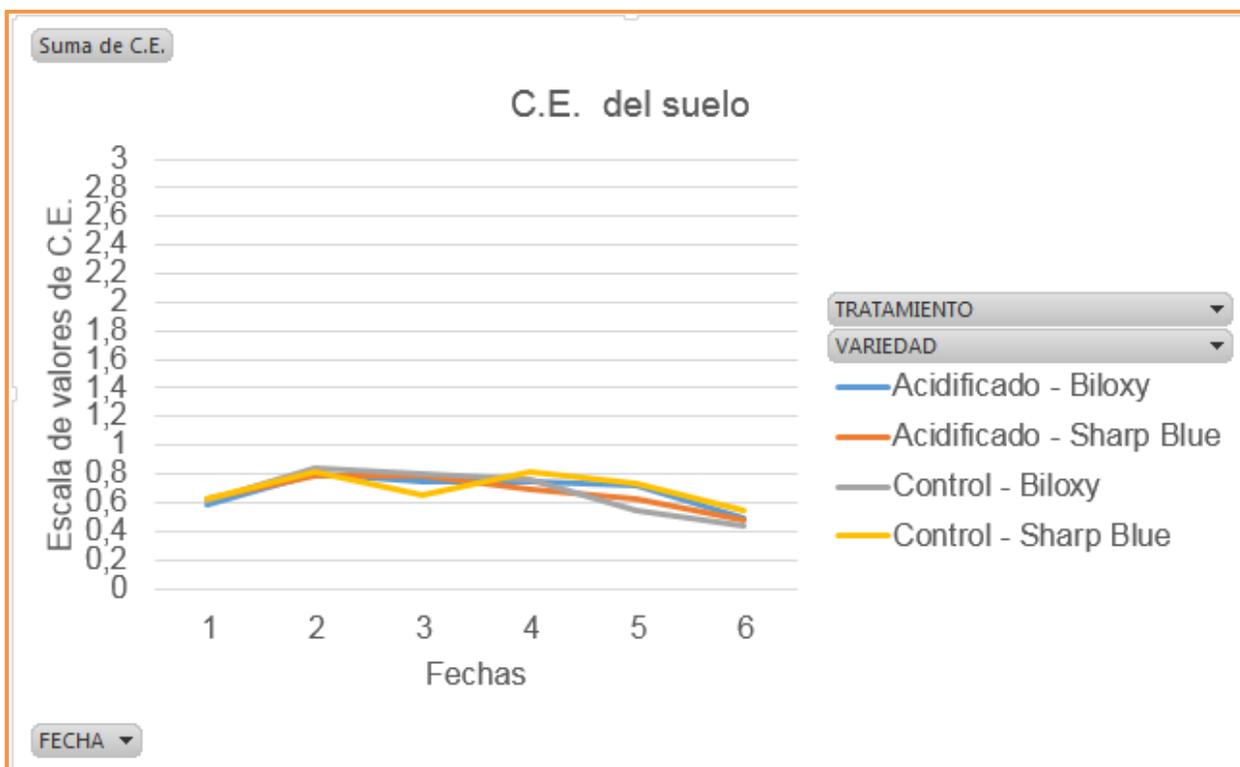


Figura No. 28: Promedio de la conductividad eléctrica del suelo de cada tratamiento durante la fase experimental

6. Conclusiones.

- La acidificación del agua de riego no afectó el desarrollo vegetativo de las plantas de arándano.
- Las variables medidas en la parte de producción, muestran unas diferencias significativas altas demostrando que la acidificación del agua de riego afecta positivamente la calidad del fruto y la productividad.
- El peso individual del fruto registró datos ligeramente mayores en los tratamientos de acidificación del agua de riego que en los tratamientos donde no hubo acidificación.
- La acidificación del agua de riego no tiene efecto en el calibre de los frutos.
- La acidificación del agua de riego afecta positivamente el contenido de sólidos solubles totales y el p.H. en los frutos de *V corymbosum*.
- La acidificación del agua de riego durante el tiempo de toma de datos, no arrojó cambios en las variables químicas del suelo.

7. Recomendaciones

Debido al auge que ha tenido el establecimiento de nuevos cultivos de *V. corymbosum*, se recomienda realizar investigación en las diferentes áreas disciplinares que comprenden procesos productivos.

Como la producción y ciclo de vida de *V. Corymbosum* es bastante largo y el tiempo de trabajo de grado es corto, se recomienda seguir con los estudios de las variables tomadas para

registrar cambios en el comportamiento de la productividad, rendimiento y calidad del fruto a través del tiempo.

Se recomienda realizar investigación sobre otros niveles de pH inferiores para acidificar el agua de riego, además de acidificar la solución nutritiva y buscar otras fuentes de fertilización para arándano.

8. Referencias Bibliográficas

- Agusti M., Martínez-Fuentes A., Mesejo C., Juan M. Y Almela V. (2003). Cuajado Y Desarrollo De Los Frutos Cítricos. Serie Divulgación Técnica. Editorial Generalitat Valenciana. Consellería De Agricultura, Pesca Y Alimentación. 80pp
- Buzeta, A. 1997. Chile: Bayas para el 2000. Fundación Chile 133 p. Concepción, facultad de Agronomía.
- Cabezas-Gutiérrez, M. y Peña-Baracaldo, F. 2012. Estimación Del Área Foliar Del Arándano (*Vaccinium Corymbosum*) Por Medio De Un Método No Destructivo. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 15(2), 373-379.
- Cautín, M.R. (2010). Factores Incidentes En El Desarrollo Del Calibre Final En Frutos De Palto. Facultad De Agronomía Pontificia Universidad Católica De Valparaíso.

CEF (Centro de excelencia fitosanitaria). 2006. Colombia podrá exportar arándano (“blueberry”) y agraz hacia los EE.UU. ICA- Instituto Colombiano Agropecuario, boletín informativo (11) 2. Tomado de: <http://www.ica.gov.co/CEF/boletines/boletin11.pdf>

Cortés M., Mesa P., Grijalba C. & Pérez M. (2016). Rendimiento Y Calidad De Frutos De Los Cultivares De Arándano Biloxi Y Sharp Blue En Guasca, Colombia. *Revista Agronomía Colombiana*, Pg 33 a 41. DOI: 10.15446/agron.colomb.v34n1.54897.

Cronquist, A. 1981. Un sistema integrado de clasificación de plantas con flores. US, University Press. 1,262 p.

Darnell, R. L. (1991). Fotoperiodo, Partición De Carbono Y Desarrollo Reproductivo En Arándanos Ojo De Conejo. *Diario De La Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas*, 116(5), 856-860.

Darnell, R., Stuttre, G., Martin, G., Lang, G., Early, J. 1992. Desarrollo Fisiológico Del Arándano Ojo De Conejo 13: 339-405.

Fall Creek Farm & Nursery, Inc. (2011). [En línea]. Disponible en www.fallcreeknursery.com. (Consultado septiembre 12 de 2016).

Ferreira E., Raúl, Peralta C., José, Sadzawka R., Angélica, Muñoz S., Carlos, & Valenzuela B., Jorge. (2001). EFECTO DE LA ACIDIFICACIÓN DEL SUSTRATO Y DEL AGUA DE

RIEGO EN LA NUTRICIÓN, DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE ARÁNDANO OJO DE CONEJO (*Vaccinium ashei* Reade). *Agricultura Técnica*, 61(4), 452-458.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072001000400007>

Fischer G., Ramirez F., y Almanza-Merchán P., 2012. Manual Para El Cultivo De Frutales En El Trópico. Cap 3.5 Inducción Floral, Floración Y Desarrollo Del Fruto. Editorial produmedios.

Fischer G., & Orduz-Rodríguez, 2012. Manual Para El Cultivo De Frutales En El Trópico. Cap 3.2 Ecofisiología en Frutales. Editorial produmedios.

Frinck, A. (1988). Fertilizantes y Fertilización. Capítulo 9.

García J. García G. y Ciordia, M. 2013. Situación Actual Del Cultivo De Arándano En El Mundo. En: *Tecnología Agroalimentaria. Boletín Informativo del SERIDA*. 12, 5-8.
<http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5566>

Gliessman, Stephen, R. (2002). *Agroecología: Procesos Ecológicos En Agricultura Sostenible*. Sección II.

Gómez, S. (2012). Seminario de investigación, Modulo del Curso Seminario De Investigación De La Universidad Nacional Abierta Y A Distancia.

- González, E. M., Pedraza, A., & Pérez, M. M. (2009). Caracterización Agrológica Del Suelo Y Diagnóstico De Su Fertilidad En La Estación Experimental Del Campus Nueva Granada. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, 5(1), 82-104.
- Gough, R., (1991). El arándano alto y su manejo. Productos alimenticios. Haworth Press, Inc. ISBN 1-56022-021-8(alk paper).
- Hancock, J., 2009, Producción de arándano Alto. Agronomijas Vēstis, (12), 35-38.
- Hancock, J., & Retamales, J., 2012. Arándanos. Ciencia de Producción De Cultivos En Serie Horticultura. Vol.21
- Hubbard, N.L., D.M. Pharr Y S.C. Huber, 1990. Papel De La Biosíntesis De Sacarosa En La Maduración De Plátanos Y Relación De Climaterio Respiración. Fisiología de la Planta. 94, 201-208.
- Ibañes, J. J. (2007), Biodisponibilidad De Nutrientes Por Las Plantas, PH Del Suelo Y Complejo De Cambio O Absorbente. MIOD, un lugar para la ciencia y la tecnología. Tomado de: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/09/65262>
- Jequier J. (s/f), Estrategias De Nutrición En Huertos De Arándano En El Sur De Chile. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. Chile.

- Jin Kim S., Jun Yu D., Tae-Choon K. y Jae Lee H. (2011) Crecimiento y las características fotosintéticas de arándano (*Vaccinium corymbosum* cultivar Bluecrop) en varios niveles, *Ciencia Hortícola*, volumen 129, 486-492.
- Legis, 2013. Inteligencia de mercados/ Exportación de frutas exóticas colombianas. Tomado de: <http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/exportaciones-estudio-frutas-exoticas.pdf>.
- Lincon, T. & Eduardo, Z. (2007). *Fisiología Vegetal*, Página 153
- Martínez, C. Romero, M. Corlay, L. Trinidad, A. & Ramírez, L. (1999). *Lombricultura y abonos orgánicos*, Simposium internacional y primera reunión nacional. Universidad autónoma de México.
- Mesa P. (2015). Algunos Aspectos De La Fenología, El Crecimiento Y La Producción De Dos Cultivares De Arandano (*Vaccinium Corymbosum* L. X *V. Darowii*) Plantados En Guasca (Cundinamarca, Colombia). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad De Ciencias Básicas Y Aplicadas.
- Mingeau, M., Perrier, C., y Améglio, T. (2001). Evaluación De Periodos Sensibles A La Sequía Desde La Floración A La Madurez En Arándano Alto. *Ciencia Hortícola*, 89(1), 23-40.

- Muñoz, C. 1988. Variedades y su Propagación. Instituto De Investigaciones Agropecuarias.
Seminario: El Cultivo Del Arándano. Estación Experimental Carillanca. Temuco Chile. pp:
51-66.
- Navarro, G. & Navarro, S. (2003). Química Agrícola: El Suelo Y Los Elementos Químicos
Esenciales Para La Vida Vegetal.
- Negron V. & Subriabe L. 2010. Evaluación De La Sustentabilidad Del Negocio De Los
Arándanos Desde Una Perspectiva Financiera. Universidad Austral de Chile. Seminario de
grado Valdivia-Chile 2010.
- Omil, Ignacio, B. Gestión De Las Cenizas Como Fertilizante Y Enmendante.
- Pannunzio, A., Vilella, F., Texeira, P., & Premuzik, Z. (2011). Impacto de los sistemas de riego
por goteo en arándanos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina
Grande, 15(1), 03-08.
- Portafolio CCI sin año. Sabana de Bogotá Apta Para La Siembra De Arándano, Oportunidades,
Sembramos Mercados Globalizados. Tomado de:
<http://www.cci.org.co/ccinew/pdf/SEMBREMOS/OCTUBRE%202010%20REVISTA%2014/oportunidades.pdf>.

Portero, Cobos, R. & Siles, Arjona, M. (1994). Ciencias De La Naturaleza. Quinta Edición,
Página 102.

Reece, J. & Campbell, N. (2007). Biología: Las Micorrizas Y Nutrición Vegetal (pp. 766-767).

Retamales, J. (1988). Fisiología Y Nutrición De Arándanos.

Retamales J. & Hancock J. 2011. Ciencia De Producción Hortícola De Arándanos, Holly
Beaumont, N ° 21. Estados Unidos.

Retamales, J. & Hancock, J. (2012) Arándanos (Ciencias De La Producción Del Cultivo En
Horticultura, 21). Nutrición. Capítulo 5

Retamal, J. A. (2014). Influencia De Las Condiciones Microclimáticas Bajo Túnel Alto Sobre
Respuestas Fisiológicas Y Productivas En Arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.) Tesis
Doctoral. Chile.

Román S., 2013. Nutrición Y Fertilización De Arándano Para Fruta De Alta Calidad En El
Centro Sur Y Sur De Chile. Chilean Blueberry Committee.

Spann, T. M., Williamson, J. G., & Darnell, R. L. (2004). Efectos Del Foto Período Y
Temperatura En El Crecimiento Y Carbohidratos En Híbrido Inter Específico De Arándano
Alto Del Sur. Diario De La Sociedad Americana De Ciencias Hortícolas, 129(3), 294-298.

Thompson, L. & Frederic R. (1982). Los suelos y su fertilidad. Respuesta De La Planta A Un Elemento Deficiente. Página 448

Undurraga P. & Vargas S. (2013). Manual de Arándano. Instituto de investigaciones agropecuarias. IMAGINA Chile. Boletín INIA No. 263. ISSN. 0717- 4829.

Vega, A & Muños, C. (1994). Presencia de Micorrizas Ericaceas en Chile. Agricultura Técnica. 54(3):332-339.

Wilkie, J. D., Sedgley, M., & Olesen, T. (2008). Regulación de la iniciación floral en árboles hortícolas. Diario de la botánica Experimental, vol 59, pp. 3215-3228.

9. Anexos

Anexo 1: Análisis foliar de variedad Biloxi.



ANÁLISIS FOLIAR COMPLETO

FECHA DE INGRESO: 2015 / 1 / 13

FECHA DE EGRESO: 2015 / 1 / 27

NRO MUESTRA: 1

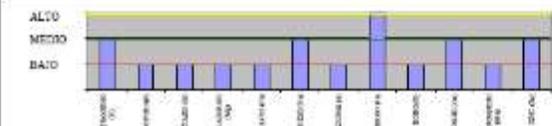
NRO LABORAL: 10850

NOMBRE DEL AGRICULTOR O ENTIDAD: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA		DIRECCION	TELÉFONO 3174441274	CIUDAD	DPTO. CUNDINAMARCA	ALT. NIVEL DEL MAR	FINCA CAMPUS UNORG
CULTIVO ARANDANO	VARIEDAD BILOXI I MESES	MUNICIPIO CAICA	TÉCNICO GLORIA STELLA GUZMÁN GÓMEZ	OFICINA DE RECEPCION		TIPO DE ANÁLISIS ANÁLISIS FOLIAR C. COPI RECOMENDACIONES	

RESULTADOS

PARAMETRO	VALOR	UNID.	RANGOS	BAJO	MEDIO	ALTO	OBSERVACIONES
INTROGENO (N)	2.31	%	1.7 - 3				ELEMENTOS MAYORES La saturación de Nitrogeno es normal. La deficiencia de Fósforo origina síntomas verdes en el desarrollo. La deficiencia de Potasio produce quemaduras en los bordes de las hojas viejas.
FOSFORO (P)	0.15	%	0.3 - 0.5				
POTASIO (K)	1.52	%	1.5 - 2				ELEMENTOS SECUNDARIOS Las deficiencias de Magnesio producen quemaduras en las hojas jóvenes. La deficiencia de Calcio produce la muerte de las partes jóvenes de la planta. La deficiencia de Azufre ocasiona amarillamiento y necrosis en el desarrollo.
MAGNESIO (Mg)	0.09	%	0.3 - 1				
CALCIO (Ca)	0.39	%	1 - 2				
SODIO (Na)	0.07	%	0 - 1				ELEMENTOS MENORES Las excesos de Calcio producen quemaduras necrosas en las hojas. La deficiencia de Selenio produce malformaciones de hojas y floración excesiva. La saturación de Cobalto es normal. La deficiencia de Molibdeno origina quemaduras en las hojas jóvenes. La saturación de Zinc es normal.
AZUFRE (S)	0.12	%	0.17 - 0.3				
HIERRO (Fe)	202.45	ppm	40 - 200				
BORO (B)	20.13	ppm	30 - 200				
COBRE (Cu)	4.00	ppm	5 - 10				
MANGANESO (Mn)	13.30	ppm	30 - 250				
ZINC (Zn)	80.50	ppm	25 - 200				

GRAFICA DE NIVELES



RECOMENDACIONES

• Evitar aguas de riego, aguas duras, aguas salinas, aguas frías y saturadas.

• Los niveles bajos de Sulfuro reducen la producción de energía y el crecimiento celular; proporcionar exámenes.

• Aplicar dop y complementar con fertilizantes de control de pH.

• Deficiencia de potasio causa un debilitamiento en el vegetal, además de aumentar la susceptibilidad de elementos tóxicos. Deficiencias de azufre reducen la acumulación del nitrógeno, afectando el desarrollo vegetativo.

• Aplicar sulfato de potasio.

• Deficiencias de magnesio afectan el funcionamiento fotosintético reduciendo el crecimiento vegetativo. Aplicar sulfato de magnesio y sulfato de calcio.

• Deficiencias de calcio reducen el calibre del fruto. Aplicar sulfato de calcio.

• Los bajos niveles de boro afectan la adecuada producción de hormonas de crecimiento, afectando el desarrollo de partes jóvenes, tales como el tubo polínico. Se pueden utilizar quelatos de boro y silicatos naturales.

AURA MARCELA NIÑO B.

QUIMICA DEL AGRO Y DEL MEDIO AMBIENTE

GLORIA STELLA GUZMÁN G.

QUIMICA DEL AGRO Y DEL MEDIO AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD

EDITHA

INGENIERA AGRÓNOMA

FL-40-10007-1440
LAB entre la conformidad de los resultados del análisis.

Anexo 2: Análisis foliar de variedad Sharp Blue.



ANÁLISIS FOLIAR COMPLETO

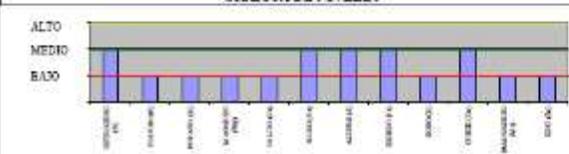
FECHA DE INGRESO: 2015 / 2 / 10 NRO MUESTRA: 1
 FECHA DE EGRESO: 2015 / 2 / 27 NRO LABORAT: 10591

NOMBRE DEL AGRICULTOR O ENTIDAD: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA		DIRECCION	TELEFONO 317441274	CUIDAD -	DEPTO CUNDINAMARCA	ALTIVNIVEL DEL MAR 0	FENCA CAMPUS USMB
CULTIVO ARANDANO	VARIEDAD SHARP BLUE 8 MESES	MUNICIPIO CAUCA	TECNICO GLORIA STELLA GUZMAN GOMEZ		OFICINA DE RECEPCION -	TIPO DE ANALISIS ANALISIS FOLIAR C. CDSI RECOMENDACION	

RESULTADOS

PARAMETRO	VALOR	UNID.	RANGOS	BAJO	MEDIO	ALTO	OBSERVACIONES
NITROGENO (N)	2.20	%	1.7 - 3				ELEMENTOS MAYORES La cantidad de Nitrogeno es normal La deficiencia de Fósforo origina estrías verdes en el desarrollo La deficiencia de Potasio produce quemaduras en los bordes de las hojas viejas
FOSFORO (P)	0.13	%	0.2 - 0.3				
POTASIO (K)	2.40	%	1.5 - 3				ELEMENTOS SECUNDARIOS Las deficiencias de Magnesio producen amarillamientos en las hojas viejas La deficiencia de Calcio produce la muerte de las partes jóvenes de la planta La cantidad de Azufre es normal
MAGNESIO (Mg)	0.00	%	0.3 - 1				
CALCIO (Ca)	0.28	%	1 - 2				ELEMENTOS MENORES La deficiencia de Boro produce malformaciones de hojas y floración excesiva La cantidad de Cobalto es normal La deficiencia de Manganeso origina amarillamientos en las hojas jóvenes La deficiencia de Zinc origina malformaciones de tallos, entrenudos y hojas
SODIO (Na)	0.00	%	0 - 1				
AZUFRE (S)	0.23	%	0.17 - 0.3				
HIERRO (Fe)	114.00	ppm	40 - 300				
BORO (B)	29.92	ppm	30 - 100				
COBRE (Cu)	3.10	ppm	5 - 15				
MANGANESEO (Mn)	9.15	ppm	30 - 150				
ZINC (Zn)	10.37	ppm	25 - 100				

GRAFICA DE NIVELES



RECOMENDACIONES

Muestras bajas de fósforo, potasio, magnesio, calcio, boro y manganeso
 - Los niveles bajos de fósforo reducen la producción de raíces y el crecimiento radicular, provocando sequías.
 Aplicar dop y complementar con fertilizantes de potasio en suelo.
 - Deficiencias de potasio causan un debilitamiento físico en el vegetal, además de afectar la translocación de nutrientes esenciales. Aplicar sulfato de potasio o kal.
 - Deficiencias de magnesio afectan el desarrollo fotosintético, reduciendo el crecimiento vegetativo. Aplicar sulfato de magnesio y quelatos vía foliar.
 - Deficiencias de calcio reducen el tamaño del fruto. Aplicar quelatos de calcio.
 - Las bajas niveles de boro y zinc, afectan la adecuada producción de hormonas de crecimiento, reduciendo el desarrollo de partes jóvenes, entre ellas el tallo principal. Se pueden utilizar quelatos de boro, zinc y otros nutrientes.

AURA MARCELA NIÑO R. GLORIA STELLA GUZMAN G. FIRMA MARTHA ROCIO HIGUERA
COORDINADORA - JEFE DE OPERACIONES JEFE DEL DEPTO LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS DIRECTORA ASISTENTE

Aprobado Cliente. A partir de la fecha de emisión de los resultados, usted cuenta con sesenta (60) días para hacer algunas observación al respecto, si durante este tiempo no se recibe ninguna información de su parte, AGROSOLLAB asume la conformidad de los resultados del análisis.

Anexo 3: Análisis completo de suelo del lote de experimentación.

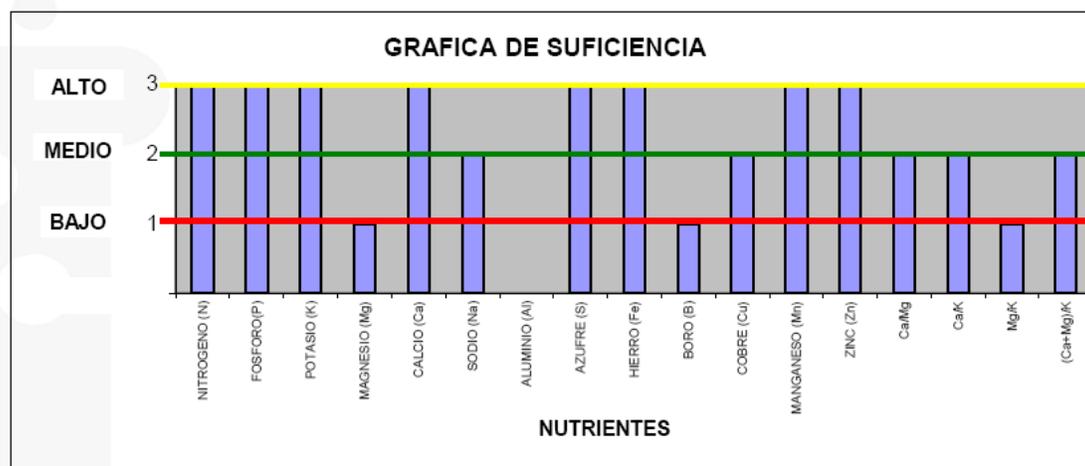
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

F-LAB-138/V7
MRHV

No. de Laboratorio

63878

Fecha de Recepción 2015 2 13
 Fecha de Envío 2015 2 27



MARTHA ROCIO HIGUERA V.
 INGENIERO AGRÓNOMO 15209 -203843 - ASESOR TÉCNICO

Anexo 4: Análisis detallado del suelo del lote de experimentación.

RESULTADO DE ANALISIS DE SUELO

No. de Laboratorio **63878**

Fecha de Recepcion 2015 2 13
Fecha de Resultado 2015 2 27

F-LAB-IDENT
19/04

TEXTURA BOUYOUKOS	-								
Arena	-	%							
Limo	-	%							
Arcilla	-	%							
TEXTURA AL TACTO	F Ar								
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA		- dS/m							
DENSIDAD APARENTE		- g/cm ³							
CAP. INTERCAMBIO CATIÓNICO EFECTIVA	25,236256	meq/100g							
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO	-	meq/100g							

Arenoso	A
Arenoso Franco	A F
Franco Arenoso	F A
Franco	F
Franco Limoso	F L
Franco Arcilloso	F Ar
Franco Arcilloso Limoso	F Ar L
Franco Arcillo Arenoso	F Ar A
Arcilloso	Ar
Arcillo Arenoso	Ar A
Arcillo Limoso	Ar L

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD	INTERPRETACION			
			RANGO ADECUADO		RESULTADOS	
pH	6,76	-	-	-	-	-
MATERIA ORGA.	7,79	%	-	-	-	-
NITROGENO (N)	0,39	%	0,09	0,17	-	ALTO
FOSFORO(P)	56,67	ppm	15,00	25,00	-	ALTO
POTASIO (K)	0,94	meq/100g	0,20	0,30	-	ALTO
MAGNESIO (Mg)	3,46	meq/100g	4,00	6,00	-	BAJO
CALCIO (Ca)	20,40	meq/100g	5,00	10,00	-	ALTO
ALUMINIO (Al)	-	meq/100g	0,00	1,00	-	#N/A
SODIO (Na)	0,44	meq/100g	0,00	1,00	-	MEDIO
AZUFRE (S)	31,16	ppm	5,00	10,00	-	ALTO
HIERRO (Fe)	130,38	ppm	20,00	50,00	-	ALTO
BORO (B)	0,51	ppm	0,60	1,00	-	BAJO
COBRE (Cu)	1,77	ppm	1,50	3,00	-	MEDIO
MANGANESO (Mn)	44,46	ppm	15,00	20,00	-	ALTO
ZINC (Zn)	12,83	ppm	1,50	3,50	-	ALTO
RELACIONES CATIONICAS						
Ca/Mg	5,90		3,00	6,00	-	MEDIO
Ca/K	21,61		15,00	30,00	-	MEDIO
Mg/K	3,67		10,00	15,00	-	BAJO
(Ca+Mg)/K	25,28		20,00	40,00	-	MEDIO
% Sat. De Na	1,74		5,00	15,00	-	BAJO
% Sat. De K	3,74		2,00	3,00	-	ALTO
% Sat. De Ca	80,84		50,00	70,00	-	ALTO
% Sat. De Mg	13,71		10,00	20,00	-	MEDIO
% Sat. De Bases	100,03		35,00	50,00	-	ALTO
% Sat. De Aluminio	-		10,00	50,00	-	#N/A

Anexo 5: Promedio de dimensiones de brotes de arándano.

Promedio de ALTURA	Etiquetas de columna		Total Acidificado	Control	Total Control	
	Acidificado					
	Biloxly	Sharp Blue				
Etiquetas de fila	Biloxly	Sharp Blue	Biloxly	Sharp Blue		
01/09/2015	1,42	1,48	1,45	2,03	1,81	1,92
01/10/2015	4,89	5,50	5,20	4,82	6,09	5,46
09/11/2015	7,73	9,48	8,61	7,32	10,60	8,96
01/12/2015	8,18	11,23	9,71	8,27	12,47	10,37
05/01/2016	9,12	13,93	11,48	10,25	15,63	12,94

Anexo 6: Promedio de área foliar de brotes de arándano.

Promedio de A. FOLIAR	Etiquetas de columna						Total Sharp Blue
	Biloxo		Total Biloxo	Sharp Blue		Total Sharp Blue	
Etiquetas de fila	Acidificado	Control			Acidificado		Control
01/09/201							
5	11,34	13,89	12,61	12,84	14,23	13,53	
01/10/201							
5	23,30	19,94	21,62	38,63	41,01	39,82	
09/11/201							
5	29,92	27,15	28,53	80,23	90,19	85,21	
01/12/201							
5	29,92	27,15	28,53	80,23	90,19	85,21	
05/01/201							
6	21,68	25,46	23,57	85,15	122,07	103,61	
Total general	23,23	22,72	22,97	59,42	71,54	65,48	

Anexo 7: Análisis estadístico para peso por fruto de arándano.

Análisis de la varianza

pfruto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pfruto	24	0,59	0,53	13,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,85	3	0,28	9,56	0,0004
acidez	0,12	1	0,12	4,21	0,0535
variedad	0,72	1	0,72	24,43	0,0001
acidez*variedad	8,5E-04	1	8,5E-04	0,03	0,8672
Error	0,59	20	0,03		
Total	1,44	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14629

Error: 0,0295 gl: 20

acidez Medias n E.E.

c 1,21 12 0,05 A

a 1,35 12 0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14629

Error: 0,0295 gl: 20

variedad Medias n E.E.

Biloxly 1,10 12 0,05 A

Sharp Blue 1,45 12 0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27759

Error: 0,0295 gl: 20

acidez variedad Medias n E.E.

c Biloxly 1,04 6 0,07 A

a Biloxly 1,17 6 0,07 A B

c Sharp Blue 1,37 6 0,07 B C

a Sharp Blue 1,53 6 0,07 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8: Análisis estadístico para pH de frutos de arándano.

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	24	0,99	0,98	0,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,32	3	0,11	493,22	<0,0001
acidez	0,11	1	0,11	493,41	<0,0001
variedad	0,21	1	0,21	985,80	<0,0001
acidez*variedad	1,0E-04	1	1,0E-04	0,46	0,5059
Error	4,4E-03	20	2,2E-04		
Total	0,33	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01257

Error: 0,0002 gl: 20

acidez	Medias	n	E.E.	
a	2,95	12	4,3E-03	A
c	3,08	12	4,3E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01257

Error: 0,0002 gl: 20

variedad	Medias	n	E.E.	
Biloxy	2,92	12	4,3E-03	A
Sharp Blue	3,11	12	4,3E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02386

Error: 0,0002 gl: 20

acidez	variedad	Medias	n	E.E.	
a	Biloxy	2,85	6	0,01	A
c	Biloxy	2,99	6	0,01	B
a	Sharp Blue	3,04	6	0,01	C
c	Sharp Blue	3,17	6	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 9: Análisis estadístico para grados °Brix de frutos de arándano.

brix

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
brix	24	0,80	0,78	6,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31,19	3	10,40	27,45	<0,0001
acidez	24,85	1	24,85	65,63	<0,0001
variedad	3,09	1	3,09	8,15	0,0098
acidez*variedad	3,25	1	3,25	8,58	0,0083
Error	7,57	20	0,38		
Total	38,77	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52406

Error: 0,3787 gl: 20

acidez Medias n E.E.

c 8,82 12 0,18 A

a 10,86 12 0,18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,52406

Error: 0,3787 gl: 20

variedad Medias n E.E.

Biloxy 9,48 12 0,18 A

Sharp Blue 10,20 12 0,18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,99445

Error: 0,3787 gl: 20

acidez variedad Medias n E.E.

c Sharp Blue 8,81 6 0,25 A

c Biloxy 8,83 6 0,25 A

a Biloxy 10,13 6 0,25 B

a Sharp Blue 11,59 6 0,25 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10: Análisis estadístico para diámetro de frutos de arándano.

diam

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diam	24	0,50	0,42	6,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,15	3	0,05	6,64	0,0027
acidez	0,02	1	0,02	2,20	0,1533
variedad	0,13	1	0,13	17,72	0,0004
acidez*variedad	2,2E-05	1	2,2E-05	3,0E-03	0,9570
Error	0,15	20	0,01		
Total	0,30	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07323

Error: 0,0074 gl: 20

acidez	Medias	n	E.E.
c	1,29	12	0,02 A
a	1,34	12	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07323

Error: 0,0074 gl: 20

variedad	Medias	n	E.E.
Biloxly	1,24	12	0,02 A
Sharp Blue	1,39	12	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13896

Error: 0,0074 gl: 20

acidez	variedad	Medias	n	E.E.
c	Biloxly	1,22	6	0,04 A
a	Biloxly	1,27	6	0,04 A B
c	Sharp Blue	1,37	6	0,04 B C
a	Sharp Blue	1,42	6	0,04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 11: Análisis estadístico para el número de frutos de arándano.
numfrutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
numfrutos	24	0,06	0,00	48,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	140,09	3	46,70	0,40	0,7528
acidez	70,90	1	70,90	0,61	0,4435
variedad	69,19	1	69,19	0,60	0,4490
acidez*variedad	2,6E-03	1	2,6E-03	2,2E-05	0,9963
Error	2320,47	20	116,02		
Total	2460,56	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,17284

Error: 116,0234 gl: 20

acidez	Medias	n	E.E.	
a	20,71	12	3,11	A
c	24,15	12	3,11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,17284

Error: 116,0234 gl: 20

variedad	Medias	n	E.E.	
Biloxy	20,73	12	3,11	A
Sharp Blue	24,13	12	3,11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=17,40625

Error: 116,0234 gl: 20

acidez	variedad	Medias	n	E.E.	
a	Biloxy	19,00	6	4,40	A
a	Sharp Blue	22,42	6	4,40	A
c	Biloxy	22,46	6	4,40	A
c	Sharp Blue	25,83	6	4,40	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 12: Análisis estadístico para peso total de frutos de arándano.

pesotot

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pesotot	24	0,16	0,03	50,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	776,12	3	258,71	1,26	0,3160
acidez	13,41	1	13,41	0,07	0,8012
variedad	762,33	1	762,33	3,70	0,0687
acidez*variedad	0,38	1	0,38	1,8E-03	0,9662
Error	4117,42	20	205,87		
Total	4893,54	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,21880

Error: 205,8710 gl: 20

acidez	Medias	n	E.E.
a	27,83	12	4,14 A
c	29,32	12	4,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,21880

Error: 205,8710 gl: 20

variedad	Medias	n	E.E.
Biloxly	22,94	12	4,14 A
Sharp Blue	34,21	12	4,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=23,18622

Error: 205,8710 gl: 20

acidez	variedad	Medias	n	E.E.
a	Biloxly	22,07	6	5,86 A
c	Biloxly	23,81	6	5,86 A
a	Sharp Blue	33,59	6	5,86 A
c	Sharp Blue	34,83	6	5,86 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13: Tabla de promedio peso individual de frutos de arándano:

Etiquetas de fila	Promedio de PESO INDI
Acidificado	1,355136118
Biloxly	1,151303376
1,2	1,023893994
2,2	1,240348919
2,3	1,00047601
3,1	0,991113316
5,2	1,391257753
6,2	1,378577441
Sharp Blue	1,555571647
1,4	1,83160582
3,4	1,541737374
4,2	1,237576885
4,4	1,552210297
5,3	1,498927277
6,3	1,514635417
Control	1,186933398
Biloxly	1,012442033
1,3	0,935861472
3,3	1,154373583
4,1	1,037139488
4,3	0,980191138
5,4	0,832608696
6,1	1,293451781
Sharp Blue	1,367656598
1,1	1,415021885
2,1	1,345338624
2,4	1,525444444
3,2	1,453435065
5,1	1,385259886
6,4	1,117613065
Total general	1,272839508

Anexo 14: Tabla de promedio de pH de frutos de arándano.

Etiquetas de fila	Promedio de P.H.
Acidificado	2,948208955
Biloxly	2,853529412
1,2	2,858333333

2,2	2,858333333
2,3	2,858333333
3,1	2,858333333
5,2	2,8175
6,2	2,858333333
Sharp Blue	3,045757576
1,4	3,051666667
3,4	3,05
4,2	3,0375
4,4	3,05
5,3	3,05
6,3	3,03
Control	3,084126984
Biloxy	2,992258065
1,3	3,001666667
3,3	2,965
4,1	3,002
4,3	3,001666667
5,4	3,001666667
6,1	2,965
Sharp Blue	3,173125
1,1	3,196666667
2,1	3,173333333
2,4	3,158
3,2	3,173333333
5,1	3,173333333
6,4	3,173333333
Total general	3,014076923

Anexo 15: Tabla de promedio de grados brix de frutos de arándano.

Etiquetas de fila	Promedio de brix
Acidificado	10,89698795
Biloxy	10,15768293
1,2	11,07142857
2,2	10,2975
2,3	10,41357143
3,1	9,862777778

5,2	9,9875
6,2	9,1625
Sharp Blue	11,61869048
1,4	11,86611111
3,4	11,415625
4,2	11,32375
4,4	11,89444444
5,3	11,22285714
6,3	11,792
Control	8,88325
Biloxy	8,9461
1,3	8,94625
3,3	7,51125
4,1	8,179
4,3	9,740666667
5,4	9,205
6,1	9,4175
Sharp Blue	8,817092105
1,1	8,331666667
2,1	9,3725
2,4	9,422
3,2	8,103375
5,1	9,140722222
6,4	8,516571429
Total general	9,921388199

Anexo 16: Tabla de promedio del diámetro de los frutos de arándano.

Etiquetas de fila	Promedio de DIAMETRO
Acidificado	1,345776666
Biloxy	1,26021899
1,2	1,157685714
2,2	1,381153571
2,3	1,101892857
3,1	1,2134
5,2	1,348375
6,2	1,414766667
Sharp Blue	1,429297256
1,4	1,520128567
3,4	1,4345
4,2	1,275115

4,4	1,397213072
5,3	1,377378571
6,3	1,51126
Control	1,285238382
Biloxy	1,207952304
1,3	1,1466
3,3	1,245857143
4,1	1,275311224
4,3	1,193755556
5,4	1,168110625
6,1	1,2865
Sharp Blue	1,366592148
1,1	1,323566667
2,1	1,397277833
2,4	1,40786
3,2	1,35675
5,1	1,37047
6,4	1,335514945
Total general	1,316447559

Anexo 17: Tabla de Promedio de frutos cosechados por planta de arándano.

Etiquetas de fila	Suma de No. FRUTOS POR PLANTA
Acidificado	248,5
Biloxy	114
1,2	21,5
2,2	23,5
2,3	15,5
3,1	26,5
5,2	14
6,2	13
Sharp Blue	134,5
1,4	23,5

3,4	10,5
4,2	20,5
4,4	45
5,3	23,25
6,3	11,75
Control	289,75
Biloxy	134,75
1,3	10,25
3,3	27,75
4,1	24,25
4,3	24,5
5,4	32,75
6,1	15,25
Sharp Blue	155
1,1	44,25
2,1	14,75
2,4	14,25
3,2	10,25
5,1	38,5
6,4	33
Total general	538,25

Anexo 18: Tabla de promedio de peso de los frutos cosechados por planta de arándano.

Etiquetas de fila	Suma de PESO POR PLANTA
Acidificado	333,9425
Biloxy	132,4025
1,2	23,6425
2,2	28,9175
2,3	13,4625
3,1	26,93
5,2	21,5925
6,2	17,8575
Sharp Blue	201,54
1,4	43,3325
3,4	17,1075
4,2	27,19
4,4	61,9675
5,3	32,1675
6,3	19,775
Control	351,88

Bilox	142,8775
1,3	9,8975
3,3	34,99
4,1	26,375
4,3	24,2275
5,4	26,4475
6,1	20,94
Sharp Blue	209,0025
1,1	70,005
2,1	19,38
2,4	20,98
3,2	15,795
5,1	48,0975
6,4	34,745
Total general	685,8225

Anexo 19: Solución nutritiva aplicada en el cultivo de arándano.

Fuente	Cantidad (g/L)	200 LITROS	UNIDADES
Nitrato de potasio	0,6184	61,84	Gramos
Nitrato de calcio	0,8421	168,42	Gramos
Fosfato mono amónico	0,1148	22,96	Gramos
Molibdato de amonio	0,0000185	0,0037	Gramos
Sulfato de Magnesio	0,49	98	Gramos
Quelato de Manganeso	0,00555	1,11	Gramos
Borax	0,004545	0,909	Gramos
Quelato de Zinc	0,000555	0,111	Gramos
Quelato de Cobre	0,000222	0,0444	Gramos
Quelato de hierro	0,00555	1,11	Gramos

Anexo 20: Datos tomados de las mediciones de pH y conductividad de los diferentes tratamientos de riego para el cultivo de arándano.

FECHA	T. RIEGO	C.E. (mS/cm)	P.H.	FECHA	T. RIEGO	C.E. (mS/cm)	P.H.	FECHA	T. RIEGO	C.E. (mS/cm)	P.H.
11/08/2015	Solución N	2,3	4,9	26/11/2015	Solución N	2,13	6,03	26/04/2016	Solución N	2,25	6,17
11/08/2015	Agua	0,118	7	26/11/2015	Agua	0,143	7,27	26/04/2016	Agua	0,2	7,23
11/08/2015	Tratamiento	0,168	5,05	26/11/2015	Tratamiento	0,153	4,91	26/04/2016	Tratamiento	0,195	5,02
13/08/2015	Solución N	2,7	4,7	26/01/2016	Solución N	1,759	5,8	28/04/2016	Solución N	1,998	6,05
13/08/2015	Agua	0,128	7,6	26/01/2016	Agua	0,19	6,95	28/04/2016	Agua	0,168	6,99

13/08/2015	Tratamiento	0,128	4,9	26/01/2016	Tratamiento	0,13	4,9	28/04/2016	Tratamiento	0,17	5,09
18/08/2015	Solución N	2,7	4,7	28/01/2016	Solución N	2,2	5,91	03/05/2016	Solución N	2,43	6,1
18/08/2015	Agua	0,122	6,78	28/01/2016	Agua	0,15	7,05	03/05/2016	Agua	0,135	7,2
18/08/2015	Tratamiento	0,148	4,5	28/01/2016	Tratamiento	0,13	5,09	03/05/2016	Tratamiento	0,136	4,98
20/08/2015	Solución N	2,4	4,9	02/02/2016	Solución N	2,37	4,75	05/05/2016	Solución N	2,331	6,11
20/08/2015	Agua	0,148	6,78	02/02/2016	Agua	0,127	7,04	05/05/2016	Agua	0,145	7,39
20/08/2015	Tratamiento	0,149	5,12	02/02/2016	Tratamiento	0,214	5,09	05/05/2016	Tratamiento	0,15	4,9
25/08/2015	Solución N	2,4	4,9	04/02/2016	Solución N	1,75	5,37	10/05/2016	Solución N	2,5	6,15
25/08/2015	Agua	0,134	6,73	04/02/2016	Agua	0,13	6,91	10/05/2016	Agua	0,182	7,31
25/08/2015	Tratamiento	0,141	5,06	04/02/2016	Tratamiento	0,13	4,88	10/05/2016	Tratamiento	0,177	5,12
27/08/2015	Solución N	2,3	4,7	09/02/2016	Solución N	2,3	5,68	12/05/2016	Solución N	1,773	6,03
27/08/2015	Agua	0,132	6,65	09/02/2016	Agua	0,15	6,99	12/05/2016	Agua	0,202	7,64
27/08/2015	Tratamiento	0,134	4,83	09/02/2016	Tratamiento	0,15	4,95	12/05/2016	Tratamiento	0,2	4,78
01/09/2015	Solución N	2,1	4,71	11/02/2016	Solución N	2,2	5,86	17/05/2016	Solución N	2,134	6,13
01/09/2015	Agua	0,137	6,6	11/02/2016	Agua	0,12	7,17	17/05/2016	Agua	0,11	7,52
01/09/2015	Tratamiento	0,141	4,87	11/02/2016	Tratamiento	0,12	5,02	17/05/2016	Tratamiento	0,132	4,87
03/09/2015	Solución N	2,1	4,71	16/02/2016	Solución N	2,4	5,77	19/05/2016	Solución N	1,96	6,25
03/09/2015	Agua	0,131	6,82	16/02/2016	Agua	0,17	7,2	19/05/2016	Agua	0,144	7,63
03/09/2015	Tratamiento	0,129	5,13	16/02/2016	Tratamiento	0,17	5,07	19/05/2016	Tratamiento	0,13	4,93
15/09/2015	Solución N	2,41	5,75	18/02/2016	Solución N	2,4	6,01	24/05/2016	Solución N	2,47	6,06
15/09/2015	Agua	0,127	6,64	18/02/2016	Agua	0,14	7,07	24/05/2016	Agua	0,123	7,19
15/09/2015	Tratamiento	0,14	4,58	18/02/2016	Tratamiento	0,14	4,9	24/05/2016	Tratamiento	0,123	5,07
22/09/2015	Solución N	2,58	5,93	23/02/2016	Solución N	2,2	6,05	26/05/2016	Solución N	1,999	6,21
22/09/2015	Agua	0,132	6,7	23/02/2016	Agua	0,11	7,47	26/05/2016	Agua	0,16	7,54
22/09/2015	Tratamiento	0,132	4,8	23/02/2016	Tratamiento	0,12	4,96	26/05/2016	Tratamiento	0,156	4,98
24/09/2015	Solución N	1,975	6,33	25/02/2016	Solución N	2,3	6,19	31/05/2016	Solución N	2,081	6,16
24/09/2015	Agua	0,199	7	25/02/2016	Agua	0,2	7,53	31/05/2016	Agua	0,122	7,29
24/09/2015	Tratamiento	0,159	4,86	25/02/2016	Tratamiento	0,2	5,09	31/05/2016	Tratamiento	0,115	5
29/09/2015	Solución N	2,23	5,98	01/03/2016	Solución N	1,9	5,98	02/06/2016	Solución N	1,882	6,3
29/09/2015	Agua	0,128	6,87	01/03/2016	Agua	0,13	7,15	02/06/2016	Agua	0,174	7,81
29/09/2015	Tratamiento	0,135	4,91	01/03/2016	Tratamiento	0,13	4,86	02/06/2016	Tratamiento	0,179	5,05
06/10/2015	Solución N	2,35	6,15	03/03/2016	Solución N	2	6,13	07/06/2016	Solución N	2,122	6,24
06/10/2015	Agua	0,145	6,87	03/03/2016	Agua	0,14	7,24	07/06/2016	Agua	0,195	7,95
06/10/2015	Tratamiento	0,145	5,12	03/03/2016	Tratamiento	0,12	4,91	07/06/2016	Tratamiento	0,187	5,05

13/10/2015	Solución N	2,8	6,02	08/03/2016	Solución N	2,1	6,33	09/06/2016	Solución N	2,174	6,13
13/10/2015	Agua	0,142	7,01	08/03/2016	Agua	0,11	6,99	09/06/2016	Agua	0,172	7,77
13/10/2015	Tratamiento	0,142	4,7	08/03/2016	Tratamiento	0,12	4,87	09/06/2016	Tratamiento	0,156	4,91
20/10/2015	Solución N	1,97	6,11	10/03/2016	Solución N	1,8	5,88	14/06/2016	Solución N	2,138	6,16
20/10/2015	Agua	0,13	7	10/03/2016	Agua	0,12	7,11	14/06/2016	Agua	0,122	6,99
20/10/2015	Tratamiento	0,131	4,5	10/03/2016	Tratamiento	0,12	5,05	14/06/2016	Tratamiento	0,156	4,97
22/10/2015	Solución N	1,97	6,11	15/03/2016	Solución N	1,9	6,06	16/06/2016	Solución N	2,089	6,09
22/10/2015	Agua	0,155	7,12	15/03/2016	Agua	0,16	7	16/06/2016	Agua	0,136	7,03
22/10/2015	Tratamiento	0,157	4,8	15/03/2016	Tratamiento	0,16	4,96	16/06/2016	Tratamiento	0,124	4,89
27/10/2015	Solución N	2,4	6,15	17/03/2016	Solución N	2,5	6,2	21/06/2016	Solución N	2,002	6,17
27/10/2015	Agua	0,151	6,95	17/03/2016	Agua	0,13	7,1	21/06/2016	Agua	0,146	7,43
27/10/2015	Tratamiento	0,151	4,87	17/03/2016	Tratamiento	0,13	4,81	21/06/2016	Tratamiento	0,147	4,99
29/10/2015	Solución N	2,39	6,11	29/03/2016	Solución N	2,2	6,15	23/06/2016	Solución N	2,265	6,21
29/10/2015	Agua	0,145	7,01	29/03/2016	Agua	0,125	7,03	23/06/2016	Agua	0,159	7
29/10/2015	Tratamiento	0,147	5,18	29/03/2016	Tratamiento	0,126	5	23/06/2016	Tratamiento	0,157	4,88
03/11/2015	Solución N	2,3	6,01	31/03/2016	Solución N	1,973	6,24	28/06/2016	Solución N	2,45	6,12
03/11/2015	Agua	0,155	6,99	31/03/2016	Agua	0,145	6,98	28/06/2016	Agua	0,2	7,35
03/11/2015	Tratamiento	0,161	4,9	31/03/2016	Tratamiento	0,153	5,04	28/06/2016	Tratamiento	0,214	4,75
05/11/2015	Solución N	2,41	6,11	05/04/2016	Solución N	1,989	6,01	30/06/2016	Solución N	2,3	6
05/11/2015	Agua	0,163	7,1	05/04/2016	Agua	0,111	7,25	30/06/2016	Agua	0,165	7,35
05/11/2015	Tratamiento	0,169	4,87	05/04/2016	Tratamiento	0,119	4,92	30/06/2016	Tratamiento	0,166	4,89
10/11/2015	Solución N	2,41	6,11	07/04/2016	Solución N	2,102	5,94	05/07/2016	Solución N	2,223	6,19
10/11/2015	Agua	0,163	7,36	07/04/2016	Agua	0,163	7,31	05/07/2016	Agua	0,191	7,2
10/11/2015	Tratamiento	0,159	4,8	07/04/2016	Tratamiento	0,159	5,03	05/07/2016	Tratamiento	0,185	4,98
12/11/2015	Solución N	2,25	6,07	12/04/2016	Solución N	2,332	6,22	07/07/2016	Solución N	2,1	6,13
12/11/2015	Agua	0,163	7,17	12/04/2016	Agua	0,178	7,09	07/07/2016	Agua	0,122	7,06
12/11/2015	Tratamiento	0,166	5,08	12/04/2016	Tratamiento	0,187	4,97	07/07/2016	Tratamiento	0,142	5,02
19/11/2015	Solución N	2,8	6,12	14/04/2016	Solución N	1,799	6,08	12/07/2016	Solución N	2,42	6,06
19/11/2015	Agua	0,181	7,13	14/04/2016	Agua	0,157	7,32	12/07/2016	Agua	0,148	7,11
19/11/2015	Tratamiento	0,131	4,83	14/04/2016	Tratamiento	0,159	4,9	12/07/2016	Tratamiento	0,148	5,05
24/11/2015	Solución N	2,13	6,03	19/04/2016	Solución N	2,232	6,2	14/07/2016	Solución N	2,02	6,14
24/11/2015	Agua	0,16	7	19/04/2016	Agua	0,123	7,5	14/07/2016	Agua	0,165	7,1
24/11/2015	Tratamiento	0,157	4,81	19/04/2016	Tratamiento	0,131	4,89	14/07/2016	Tratamiento	0,166	5,03

Anexo 21: Tabla de los promedios de la conductividad eléctrica y el pH del suelo por cada tratamiento.

Etiquetas de fila	Promedio de P.H.	Promedio de C.E.
Biloxy	5,993888889	0,674152778
Acidificado	6,037777778	0,682361111
1,2	5,943333333	0,6835
2,2	6,056666667	0,700666667
2,3	6,131666667	0,615833333
3,1	6,165	0,653833333
5,2	5,916666667	0,651333333
6,2	6,013333333	0,789
Control	5,95	0,665944444
1,3	6,035	0,6105
3,3	5,883333333	0,693666667
4,1	6,036666667	0,6365
4,3	5,915	0,679833333
5,4	5,973333333	0,656333333
6,1	5,856666667	0,718833333
Sharp Blue	5,964166667	0,68375
Acidificado	5,948333333	0,668166667
1,4	6,081666667	0,653333333
3,4	5,98	0,630833333
4,2	5,893333333	0,6225
4,4	5,853333333	0,658333333
5,3	5,948333333	0,739833333
6,3	5,933333333	0,704166667
Control	5,98	0,699333333
1,1	6,051666667	0,683
2,1	6,035	0,651166667
2,4	6,013333333	0,665666667
3,2	6,041666667	0,659666667
5,1	5,91	0,773666667
6,4	5,828333333	0,762833333
Total general	5,979027778	0,678951389

Anexo 22: Ficha técnica del ácido fosfórico utilizado para la acidificación del agua de riego.



FICHA TECNICA ACIDO FOSFORICO ALIMENTICIO

PRODUCTO : ACIDO FOSFORICO 85% - ALIMENTICIO

RESULTADOS DE ANALISIS:

ELEMENTOS	UNIDAD	ESPECIFICACIONES
H ₃ PO ₄	(%)	85.0 mínimo
P ₂ O ₅	(%)	61.6 mínimo
Gravedad Especifica 25°C	g/cm ³	1.685mínimo
Color	(APHA)	30 máximo
Arsénico (As)	(ppm)	1 máximo
Fluor (F)	(ppm)	10 máximo
Hierro (Fe)	(ppm)	25 máximo
Metales Pesados	(ppm)	10 máximo
Plomo (Pb)	(ppm)	1 máximo
Sulfatos (SO ₄)	(ppm)	400 máximo
Cloruros (Cl)	(ppm)	20 máximo
Aluminio	(ppm)	5 máximo
Bario	(ppm)	1 máximo
Calcio	(ppm)	3 máximo
Cadmio	(ppm)	1 máximo
Cobalto	(ppm)	2 máximo
Cromo	(ppm)	2 máximo
Cobre	(ppm)	1 máximo
Mercurio	(ppm)	0.01 máximo
Magnesio	(ppm)	5 máximo
Manganeso	(ppm)	1 máximo
Molibdeno	(ppm)	5 máximo
Níquel	(ppm)	2 máximo
Titanio	(ppm)	10 máximo
Vanadio	(ppm)	2 máximo
Zinc	(ppm)	15 máximo

Aspecto Visual: Líquido claro y viscoso; libre de partículas en suspensión o sedimentos.

Estas especificaciones cumplen de acuerdo a la Food Chemical Codex

Aquaquimi®
T +1 4241300
ventas@aquaquimi.com
www.aquaquimi.com