



UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

EFEECTO DE LOS PISOS ALTITUDINALES Y EL TIPO DE

SUSTRATO SOBRE EL COMPORTAMIENTO

AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE ARÁNDANOS

(*Vaccinium corymbosum L.*)

Autor: Bach. Yeltsin Abel Alvarez Robledo

Asesor: Ing. Roicer Collazos Silva

Coasesor: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL

TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFECTO DE LOS PISOS ALTITUDINALES Y EL TIPO DE
SUSTRATO SOBRE EL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE VARIEDADES DE ARÁNDANOS
(*Vaccinium corymbosum* L.)**

Autor: Bach. Yeltsin Abel Alvarez Robledo

Asesor: Ing. Roicer Collazos Silva

Coasesor: M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios porque me dio el regalo más grande que es la vida y la salud, que me permitió dar este pasó en mi vida profesional, por ser maestro de maestros una luz que iluminó mí camino, por brindarme su amor y sabiduría. A mis queridos padres José Abel y María Ana por su apoyo incondicional para lograr mis metas. A mis hermanos María, Magaly, Jerson y Anthony por confiar en mí, por darme su apoyo y motivarme en todo momento.

Yeltsin Abel Alvarez Robledo

AGRADECIMIENTOS

En especial a mi asesor Ing. Roicer Collazos Silva por depositar su confianza en mí para ejecución de este trabajo de investigación y brindarme su apoyo en la elaboración del proyecto de tesis, por su orientación, aportes y recomendaciones para la ejecución y elaboración del informe de tesis, al M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz por ser Co - asesor y coordinador del proyecto “Comportamiento productivo de variedades de arándano proveniente de la propagación in vitro por pisos altitudinales - provincia de Chachapoyas” PRO-ÁRANDANO financiado por el Programa Nacional de Innovación Agraria- PNIA y ejecutado por el Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES - CES por haber hecho posible la realización de este proyecto, al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG), por proporcionar los resultados de los análisis de las mezclas de los sustratos utilizados; al Ing. Eyner Huamán Huamán coordinador del proyecto Creación de los Servicios de un Laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal FISIOBVEG y a todo el personal de dicho laboratorio por su gran apoyo en la instalación de los plántones de arándanos en las zonas de la investigación, a la Ing. Nuri Carito Vilca Valqui, por sus aportes en el análisis estadístico y a todas las personas que de una manera u otra manera hicieron posible este trabajo de investigación.

Yeltsin Abel Alvarez Robledo

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRIGUEZ DE MENDOZA**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI
Rector

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
Vicerrector Académico

Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN
Vicerrectora de Investigación

Ing. Ms. Erick Aldo Auquiñivín Silva
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR

VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, Ing. Collazos Silva, Roicer, identificado con DNI N° 41840249, investigador del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva INDES-CES, hace constar que he asesorado la tesis titulada: “efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.)” del tesista Bach. Alvarez Robledo, Yeltsin Abel, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.

El investigador que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, noviembre del 2019



Ing. Collazos Silva Roicer.
Asesor

VISTO BUENO DEL COASESOR

VISTO BUENO DEL COASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, M. Sc. Oliva Cruz, Segundo Manuel, profesor contratado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada: "efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.)" del tesista Bach. Alvarez Robledo, Yeltsin Abel egresado de la carrera profesional de Ingeniería Agrónoma de la UNTRM.

El docente de la UNTRM que suscribe da su visto bueno para que la tesis mencionada sea presentada al jurado evaluador, manifestando su voluntad de apoyar al tesista en el levantamiento de observaciones y en el acto de sustentación de tesis.

Chachapoyas, noviembre del 2019



M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CoAsesor

JURADO EVALUADOR DE TESIS

JURADO EVALUADOR DE TESIS



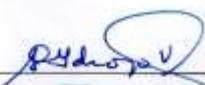
Ing. Mg. Sc. WALTER DANIEL SANCHEZ AGUILAR

PRESIDENTE



PhD. LIGIA MAGALI GARCÍA ROSERO

SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. GUILLERMO IDROGO VAZQUEZ

VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-K

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Yo Yeltsin Abel Alvarez Pabedo

identificado con DNI N° 47738130 Estudiante()/Egresado (X) de la Escuela Profesional de

Ingeniería Agrónoma de la Facultad de:

Ingeniería y Ciencias Agrarias

de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada: Efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (Vaccinium corymbosum L.).



que presento para

obtener el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo

2. La Tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, y para su realización se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La Tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La Tesis presentada no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. La información presentada es real y no ha sido falsificada, ni duplicada, ni copiada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la Tesis para obtener el Título Profesional, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la Tesis para obtener el Título Profesional haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 01 de Octubre de 2019

Yeltsin R

Firma del(a) tesista

ACTA DE EVALUACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 23 de Octubre del año 2019, siendo las 14:00 horas, el aspirante Yeltsin Abel Alvarez Robledo defiende en sesión pública la Tesis titulada: Efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (Vaccinium corymbosum L.)

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Walter Daniel Sánchez Aguilan

Secretario: Ligia Magali García Rosero

Vocal: Guillermo Idrogo Vazquez



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 20:26 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRÉSIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1. Lugar de ejecución del experimento	20
2.2. Tecnología del cultivo.....	21
2.3. Diseño de la investigación	21
2.4. Factores en estudio.....	21
2.5. Material biológico	23
2.6. Características del diseño experimental	23
2.7. Manejo del cultivo.....	23
2.8. Riego	24
2.9. Fertilización.....	24
2.10. Control de malezas	24
2.11. Control de plagas y enfermedades	25
2.12. Metodología.....	25
2.12.1. Fase de campo	25
2.13. Medición de variables respuesta.....	28
2.13.1. Altura de planta (cm)	28
2.13.2. Número de tallos basales por planta.....	28
2.13.3. Número de ramas por planta.	28
2.13.4. Número de ramas por tallo.....	28
2.13.5. Diámetro de tallo (mm).....	28
2.13.6. Peso de frutos por planta	28
2.14. Determinación de propiedades químicas y físicas de los sustratos	29
2.15. Características químicas de las mezclas de los sustratos.....	29
2.16. Características físicas de los sustratos	29
2.17. Materiales y equipos.....	30

2.17.1.	Materiales y equipos utilizados en laboratorio.....	30
2.17.2.	Materiales y equipos utilizados en campo	30
III.	RESULTADOS	31
3.1.	Altura de planta.....	31
3.2.	Número de ramas por tallo.....	32
3.3.	Número de ramas por planta.....	33
3.4.	Diámetro de tallo	34
3.5.	Número de tallos por planta	35
3.6.	Producción de arándanos.....	37
	37
V.	CONCLUSIONES	44
VII.	RECOMENDACIONES	45
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS 1:	Tabla de resultados	50
ANEXO 2:	Galería de fotografía.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de factores en estudio	21
Tabla 2. Descripción de los tratamientos	22
Tabla 3. Resultados de análisis de las características químicas de los diferentes sustratos	29
Tabla 4. Análisis de propiedades físicas de las diferentes mezclas de sustratos	29
Tabla 5. Análisis de Varianza para la altura de planta.....	50
Tabla 6. Análisis de Varianza para el número de ramas por tallo	50
Tabla 7. Análisis de Varianza para el número de ramas por planta.....	51
Tabla 8. Análisis de Varianza para el diámetro de tallo.	51
Tabla 9. Análisis de Varianza para el número de ramas por tallo	52
Tabla 10. Análisis de varianza para la producción de cuatro variedades de arándanos	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de ejecución del experimento.	20
Figura 2. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable altura de planta.....	31
Figura 3. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de ramas por tallo.	32
Figura 4. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de ramas por planta.....	33
Figura 5. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable diámetro de tallo.	34
Figura 6. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de tallos por planta.....	35
Figura 7. Interacción de los factores: lugar y variedad para los parámetros morfológicos del comportamiento agronómico.	36
Figura 8. Producción de cuatro variedades de arándanos.	37
Figura 9. Construcción de camellones.....	53
Figura 10. Siembra de plántones de arándano.	53
Figura 11. Material vegetativo utilizado para el experimento.	54
Figura 12. Evaluación de variables morfológicas en arándanos. (A) medición de diámetro de tallo, (B) medición de altura de planta.....	54
Figura 13. Cosecha de arándano.	55
Figura 14. Evaluación de producción de arándanos. (A) índice de madurez adecuada, (B) registro del peso por planta.....	55

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato, sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.), en los distritos la Jalca Grande anexo Ubilón, Molinopampa y Olleros provincia de Chachapoyas - Amazonas en altitudes comprendidas entre los (2000, 2500, 3000) m.s.n.m respectivamente. Para el análisis estadístico se empleó un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial de con 36 tratamientos y 4 repeticiones, se realizó un análisis de varianza ANVA ($p \leq 0.05$) y la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), los resultados muestran diferencias significativas entre medias; la zona con un mejor comportamiento respecto a la interacción de variables fue la Jalca Grande anexo Ubilón con el tratamiento T1 para el cual se utilizó una mezcla de sustrato compuesto por tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi; la zona que presentó un menor comportamiento respecto a la interacción de factores fue Ubilón con el tratamiento T10 para el cual se utilizó una proporción 3.5-1.5-1 turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Bluecrop, la variedad de arándano que alcanzó mayor producción fue la variedad Biloxi en la localidad de la Jalca Grande (Ubilón) alcanzando un promedio de 0.25 kg por planta.

Palabras clave: *Vaccinium corymbosum*, comportamiento agronómico, sustrato.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of altitudinal floors and the type of substrate, on the agronomic behavior of blueberry varieties (*Vaccinium corymbosum* L.), in the districts La Jalca Grande annex Ubilón, Molinopampa and Olleros province of Chachapoyas - Amazonas at altitudes between (2000, 2500, 3000) masl respectively, the density of plantation was 6666 plants per hectare. For the statistical analysis a Completely Randomized Block Design (DBCA) was used with a factorial arrangement of 3A x 3B x 4C with 36 treatments and 4 repetitions, an ANVA analysis of variance ($p \leq 0.05$) and the Tukey test ($p \leq 0.05$), the results show significant differences between means; The area with the best behavior regarding the interaction of variables was the Jalca Grande annex Ubilón with the T1 treatment for which a substrate mixture consisting of three parts of pine peat, three parts of forest peat and one part of agricultural land with the Biloxi variety; The area that presented the lowest behavior regarding the interaction of factors was Ubilón with the T10 treatment for which a 3.5-1.5-1 ratio of river sand forest and agricultural land was used with the Bluecrop variety, the blueberry variety that The highest production was the Biloxi variety in the town of Jalca Grande (Ubilón) reaching an average of 0.25 kg per plant.

Keywords: *Vaccinium corymbosum*, agronomic behavior, substrate.

I. INTRODUCCIÓN

El arándano es una planta perteneciente a la familia de las ericáceas, su fruto es una baya de color azul, que por sus propiedades organolépticas y antioxidantes se ha convertido en un producto con alta demanda en el mercado (Meza, 2015), el género al que pertenecen los arándanos incluye alrededor de 400 especies de *Vaccinium* estos se caracterizan por crecer de forma silvestre en su mayoría en zonas frías, es un arbusto frutal nativo de Norteamérica (Pino, 2007).

El cultivo de arándano puede prosperar en climas muy distintos, hay la posibilidad de sembrar desde costa hasta la sierra, dependiendo de la variedad, hay una gran cantidad de variedades cada una con sus diferentes requerimientos de horas frío que comprenden entre 400 y 1200 horas frío con un umbral de 7 °C (INTAGRI,2017), el arándano es una especie que se desarrolla mejor en suelos ácidos con un pH de 4.5 y 5.5 (Rebolledo,2013), la conductividad eléctrica ideal debe de estar por debajo de los 1.5 dS/m se recomienda realizar un análisis físico químico del suelo o el sustrato a utilizar para conocer los macro y micronutrientes presentes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH; El cultivo requiere de suelos francos y franco arenosos, de buena aireación con porosidad de 40 por ciento, porcentaje alto en materia orgánica, contenido de carbonato de calcio bajo el dos por ciento y buen drenaje, es recomendable un contenido de materia orgánica superior a dos por ciento para suelos arenosos, y mayor a tres en suelos de texturas más finas (Hirzel, 2013). La planta es muy susceptible al encharcamiento esto puede generar problemas que puede afectar a las raíces. (Rebolledo, 2013). Las necesidades de agua del cultivo según el promedio mundial reportado son necesarios 845 L/kg, ya que el riego se encuentra altamente tecnificado y a que la lluvia no es un componente de importancia en el suministro de agua en dicho país (Uribe & Riquelme, 2013).

El arándano tiene bajos requerimientos de fertilizantes siendo sensibles a altos contenidos de sales; la fertilización es una clave muy importante para obtener altos niveles productivos, los requerimientos de nutrientes están en función del nivel productivo lo que extrae la planta de macro y micronutrientes son los siguientes en kg/tonelada de fruta producida: 4 a 5 N, 1.5 a 2.5 P, 5 a 7 K, 1.2 a 1.5 Ca, 0.6 a 0.8 Mg, 0.6 a 0.8 S, 0.02 a 0.03 B, 0.02 a 0.04 Zn (INIA, 2017).

La producción de arándano en los últimos años se ha venido incrementando notoriamente debido a su gran aceptación por consumidores de elevados ingresos y en particular de los países desarrollados, que cada vez más demandan productos asociados con la salud (Craviotti et al.,2008); los frutos son una rica fuente de metabolitos secundarios importantes tales como antocianinas, flavanoles, antioxidantes y bajo en calorías (Zorenc et al., 2016), encontrándose también algunos compuestos bioactivos que ayudan a reducir enfermedades degenerativas y cardiovasculares (Hernández et al., 2017); también posee efectos antibióticos y desinflamatorios, interviene en el metabolismo celular disminuyendo la acción de los radicales libres asociados al envejecimiento, cáncer, enfermedades cardiacas y Alzheimer (Bustilo, 2015).

El arándano se puede cultivar utilizando diferentes tecnologías puede ser sembrado directo en suelo o en contenedores utilizando diferentes tipos de sustrato; un sustrato viene a ser una sustancia o medio en el crecen las plantas u organismos (Agriculture Inovation Australia, 2014), la tecnología del cultivo en contenedores es una alternativa a la disponibilidad limitada de suelos lo que obliga a los productores a buscar métodos nuevos métodos de cultivo alternativos (Ochmian et al., 2019), últimamente la siembra de plantas en macetas o contenedores está tomando interés en los productores por sus innumerables ventajas respecto al cultivo tradicional algunas de ellas son un mejor suministro de nutrientes, disminución al ataque de plagas y enfermedades, siembras a altas densidades, optimización de los recursos utilizados y permitiendo en una menor área obtener alto rendimiento y calidad de la fruta, un control máximo del crecimiento y el desarrollo del cultivo (Voogt et al.,2014), uno de los problemas para el uso de esta tecnología se encuentra en determinar el tipo de sustrato idóneo que cumpla con las mejores características físicas químicas y biológicas dándole mayor importancia a las características físicas ya que el resto se pueden modificar; el cultivo de arándano nuestro país cuenta con condiciones climáticas, favorables lo cual puede permitir una expansión de este cultivo ofreciendo grandes ventajas respecto al mercado internacional. Entre los principales países productores de arándano, destacan Estados Unidos y Canadá, que participan con el 56,9% y 25,9% respectivamente del total producido en el año 2013. Ambos países en conjunto han sumado un total de 348 mil toneladas de producción y han desarrollado sus cultivos en 31,6 mil has en el caso de Estados Unidos y 37,6

mil has en el caso de Canadá (MINAGRI, 2016). Según la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas del Minagri, la producción nacional de arándano llegó el año 2018 a las 89,735 toneladas, que representaron un volumen mayor en 71.6% respecto a similar período del 2017, las regiones que experimentaron un alza fueron La Libertad (78.4%) y Lambayeque (18.2%) (Ministerio de Agricultura Y Riego [MINAGRI], 2019), el principal destino de la producción de arándano al año 2017, fue Estados Unidos con 54.7 por ciento del total de las exportaciones; seguido de Holanda, con 23.2. (Maticorena, 2017). Dentro de las variedades con mayor adaptabilidad en nuestro país encontramos las variedades Biloxi, Misty y Legacy (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2016).

En la provincia de Chachapoyas este cultivo es aún muy poco difundido, una de las razones es el desconocimiento sobre el manejo del cultivo principalmente de los pequeños agricultores los que se enfrascan dentro de una ideología y tradición de no apostar por cultivos alternativos que tienen gran demanda y aceptación en los mercados nacionales y extranjeros. El presente trabajo de investigación evaluó variables morfológicas como: altura de planta (cm), número de tallos basales, número de ramas por planta, número de ramas por tallo, peso de frutos por planta expresado en (Kg/planta), también se midió algunas características físicas y químicas de los sustratos como: densidad aparente (Da), densidad real (Dr), porosidad total (%); pH, Ce, Mo, N, P, K, en tal sentido se espera que con esta investigación se pueda obtener información muy relevante respecto a la adaptabilidad de variedades comerciales de arándano utilizando diferentes mezclas de sustratos, en diferentes distritos de la provincia de Chachapoyas, para ello se planteó evaluar el efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.), como objetivos específicos se planteó evaluar el efecto de tipos de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándano en campo definitivo, evaluar el efecto del piso altitudinal en el comportamiento agronómico de variedades de arándano, determinar la mejor interacción entre piso altitudinal y tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico y producción de variedades de arándano en campo definitivo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de ejecución del experimento

El experimento se realizó en los distritos de la Jalca Grande anexo Ubilón, Molinopampa y Olleros, pertenecientes a la provincia de Chachapoyas-Amazonas en altitudes que van desde los (2000, 2500, 3000) m.s.n.m respectivamente. El experimento instalado en los tres lugares contó con una densidad de plantación de 6666 plantas por hectárea (1.5m x 1m), se utilizó tres mezclas de sustratos en diferentes proporciones (S1: tres partes de turba de pino + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola, S2: tres partes de pajilla de arroz + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola, S3: tres partes y media de turba de bosque + una parte de media arena de río + una parte de tierra agrícola); y cuatro variedades (V1: Biloxi, V2: Star, V3: Bluecrop, V4: Legacy).

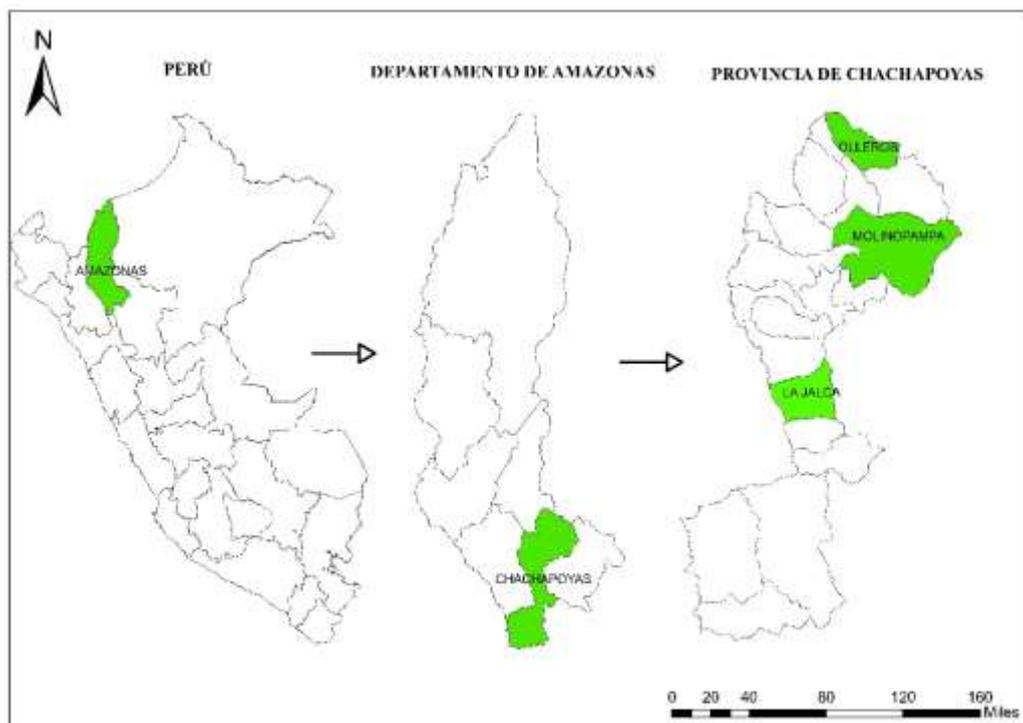


Figura 1. Lugar de ejecución del experimento.

2.2. Tecnología del cultivo

Las plantas que constituyeron el experimento fueron sembradas en bolsas de polietileno de 23.5”x 23.5” con fuelle, esta técnica de siembra de plantas en maceta tiene muchas ventajas respecto al cultivo tradicional de siembra en suelo, en el cual existe un mejor aprovechamiento en el suministro de nutrientes, disminución al ataque de plagas y enfermedades y mejores niveles productivos; una de las principales razones de utilizar esta técnica en el cultivo de arándano se resume en tener un control máximo del crecimiento y desarrollo del cultivo optimizar los recursos y productos usados para que en un menor área se pueda tener altos niveles productivos constituyendo una buena rentabilidad para los productores (Voogt et al.,2014)

2.3. Diseño de la investigación

La investigación realizada fue de tipo experimental, bajo un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial, el experimento se realizó en tres diferentes pisos altitudinales, se realizó un análisis de varianza ANVA ($p \leq 0.05$) y la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), se utilizó software estadístico Infostat.

2.4. Factores en estudio

Para esta investigación se trabajó con tres factores, el factor A: Lugar, factor B: sustrato y el factor C: variedad y la interacción de sus diferentes niveles.

Tabla 1. Descripción de factores en estudio

Factor	Nivel	Descripción
Lugar (A)	L1	Distrito de la Jalca Grande anexo Ubilón
	L2	Distrito de Molinopampa
	L3	Distrito de Olleros
Sustrato (B)	S1	3-3-1 turba de pino, turba de bosque, tierra agrícola
	S2	3-3-1 pajilla de arroz, turba de bosque, tierra agrícola
	S3	3.5-1.5-1 turba de bosque, arena de río, tierra agrícola
Variedad (C)	V1	Biloxi
	V2	Bluecrop
	V3	Star
	V4	Legacy

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se observan los 36 tratamientos distribuidos en los tres lugares y 4 repeticiones o bloques, la distribución de los tratamientos se realizó de manera aleatoria.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

N°	Lugar*	Sustrato**	Variedad***	Interacciones
1	L1	S1	V1	L1S1V1
2	L1	S1	V2	L1S1V2
3	L1	S1	V3	L1S1V3
4	L1	S1	V4	L1S1V4
5	L1	S2	V1	L1S2V1
6	L1	S2	V2	L1S2V2
7	L1	S2	V3	L1S2V3
8	L1	S2	V4	L1S2V4
9	L1	S3	V1	L1S3V1
10	L1	S3	V2	L1S3V2
11	L1	S3	V3	L1S3V3
12	L1	S3	V4	L1S3V4
13	L2	S1	V1	L2S1V1
14	L2	S1	V2	L2S1V2
15	L2	S1	V3	L2S1V3
16	L2	S1	V4	L2S1V4
17	L2	S2	V1	L2S2V1
18	L2	S2	V2	L2S2V2
19	L2	S2	V3	L2S2V3
20	L2	S2	V4	L2S2V4
21	L2	S3	V1	L2S3V1
22	L2	S3	V2	L2S3V2
23	L2	S3	V3	L2S3V3
24	L2	S3	V4	L2S3V4
25	L3	S1	V1	L3S1V1
26	L3	S1	V2	L3S1V2
27	L3	S1	V3	L3S1V3
28	L3	S1	V4	L3S1V4
29	L3	S2	V1	L3S2V1
30	L3	S2	V2	L3S2V2
31	L3	S2	V3	L3S2V3
32	L3	S2	V4	L3S2V4
33	L3	S3	V1	L3S3V1
34	L3	S3	V2	L3S3V2
35	L3	S3	V3	L3S3V3
36	L3	S3	V4	L3S3V4

Fuente: elaboración propia.

Lugar* (Distritos de la Jalca Grande anexo Ubilón, Distrito de Molinopampa, Distrito de Olleros); sustratos **(S1: tres partes de turba de pino + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola, S2: tres partes de pajilla de arroz + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola, S3: tres partes y media de turba de bosque + una parte de media arena de río + una parte de tierra agrícola); Variedad ***(V1: Biloxi, V2: Star, V3: Bluecrop, V4: Legacy).

2.5. Material biológico

Para la investigación se utilizaron 144 plantones de arándano de 7 meses de edad de las variedades (Biloxi 36 unid.), (Bluecrop 36 unid.), (Star 36 unid.), (Legacy 36 unid.), provenientes de viveros de la ciudad de Trujillo de la empresa Best Berries Perú S.A.C y Cajamarca de la empresa Viveros Andinos S.A.C, estas dos empresas están dedicadas a la propagación in vitro y comercialización de plantones de arándano; los plantones estuvieron aproximadamente dos meses en el vivero del INDES-CES como un período de aclimatación para ser trasladado a sus respectivas zonas donde se instaló el experimento.

2.6. Características del diseño experimental

Tratamientos.....	36
Bloques.....	4
Unidades experimentales.....	48
Área del experimento por piso altitudinal.....	160 m ²
Largo del área experimental.....	20 m
Ancho del área experimental.....	8 m
Número total de plantas.....	48
Número de plantas por unidad experimental.....	1

2.7. Manejo del cultivo

Respecto al manejo del cultivo desde su instalación se realizaron una serie de labores complementarias que conllevaron a un buen desarrollo de las plantas dichas actividades se mencionan a continuación.

2.8. Riego

Los requerimientos de agua del cultivo dependen de factores climáticos como la temperatura del aire, el viento, la humedad relativa, insolación, así como del tipo de suelo, el riego es factor determinante en el crecimiento y producción de arándanos debido a las características del sistema radical (Montero, 2015), este cultivo responde muy bien a sistema de riego localizado permite mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 20 a 25 cm de suelo donde se encuentra gran parte de las raíces, además ofrecen la posibilidad de realizar fertirrigación o aplicación conjunta de agua y fertilizantes, también puede utilizarse un sistema de riego por aspersión, este sólo se recomienda en aquellos casos en que exista riesgo de heladas primaverales; para el experimento se instaló un sistema de riego por goteo en el cual no hubo intervalos de tiempo definidos para su aplicación debido a las constantes precipitaciones en dichos lugares .

2.9.Fertilización

Como sabemos, los arándanos se cultivan en suelos con pH bajos o ácidos, donde muchos nutrientes se encuentran limitados, generalmente estos cultivos tienen bajos requerimientos de fertilizantes siendo sensibles a altos contenidos de sales; la fertilización es una clave muy importante para obtener altos niveles productivos, para aplicar un buen plan de fertilización es fundamental conocer las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo, para dicha investigación se aplicó una dosis de 70-40-75 de N-P-K realizándose 2 aplicaciones hasta el término de la investigación, como fuente de nitrógeno se aplicó urea, para el fósforo se utilizó fosfato diamónico y como fuente de potasio se empleó sulfato de potasio.

2.10. Control de malezas

El control de malezas en el cultivo de arándano es una labor importante dentro del manejo, las malezas constituyen hospederos de plagas y enfermedades, compiten con el cultivo por luz nutrientes y agua; para el control de malezas existen diferentes métodos de control dentro de ellos encontramos el control químico utilizando herbicidas, el mecánico utilizando herramientas manuales como machete y palanas. Para la investigación se aplicaron los diferentes métodos de control se utilizó un herbicida que tiene como ingrediente activo

(glifosato) a una dosis de 200 ml por mochila de 20 L, esto se hizo en cada uno de las parcelas experimentales con la finalidad de dejar los bordos y caminos libres de malezas, también se realizó el control mecánico para extraer las malezas que crecen dentro de los contenedores.

2.11. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se implementó un plan de manejo integral asociando diferentes métodos de control como: químico, biológico y cultural; en el control químico se utilizaron diferentes productos como fungicidas, insecticidas de acción preventiva y curativa como : sunner (Carbendazin), toke (Azoxistrobin), clorotalonil (Clorotalonil), phyton (Sulfato de cobre pentahidratado), imidacloprid (Imidacloprid), promet cu (Proteinato de cobre), nativo (Tebuconazole + Trifloxystrobin), tifón (Clorpirifos); para el método de control biológico se aplicó serenade (Bacillus Subtilis), y algunos foliares y bioestimulantes como: nitrosol, rot hort, baifolan, k fol potasio, fitaminas. Las aplicaciones se realizaron con intervalos de 15 días aplicando mezclas de fungicidas, insecticidas, foliares y bioestimulantes.

2.12. Metodología

2.12.1. Fase de campo

a) Recolección de los sustratos

Para la recolección de los sustratos primeramente se realizó la identificación de zonas, posteriormente se procedió a la recolección de los diferentes sustratos que se utilizaron en el experimento; para la extracción de la turba de bosque se tuvo en cuenta que esta provenga de un bosque tropical húmedo por el tipo de vegetación que este alberga y por lo tanto le adhiere ciertas características físicas químicas y bilógicas a la turba que esta concentra, por lo tanto se optó por la provincia de Rodríguez de Mendoza - Amazonas ubicada a 2 horas en auto de la provincia de Chachapoyas; la arena fue extraída de las riveras del cauce del río en el anexo Tingo del distrito de Molinopampa una de las razones que se eligió este lugar fue la proximidad a la estación experimental ubicada en el mismo distrito; la tierra agrícola fue extraída de las parcelas de la misma estación experimental de Molinopampa; la pajilla de arroz fue proveniente de la provincia de Utcubamba- Amazonas por la

disponibilidad de este residuo producto de la pila de arroz y la turba de pino fue recolectada de una plantación de pino de unos 20 años de edad ubicada en el distrito de Ingirpata provincia de Luya - Amazonas.

b) Mezcla de los sustratos

La mezcla de los sustratos se realizó en la localidad de Molinopampa, una vez recolectados todos los sustratos necesarios se procedió a realizar las tres mezclas teniendo en cuenta las siguientes proporciones; la primera fue una proporción (3-3-1) constituida por tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola; la segunda fue una mezcla (3-3-1) tres partes de turba de bosque, tres partes de pajilla de arroz y una parte de tierra agrícola ; y la tercera fue una mezcla (3.5-1.5-1) tres partes y media de turba de bosque, un aparte y media de arena de río y una parte de tierra agrícola, para la homogenización se utilizaron herramientas manuales como palanas, lampas.

c) Toma de muestras

Una vez teniendo las tres mezclas de los sustratos homogéneos se procedió a la extracción de una muestra representativa de cada una de ellas las cuales se etiquetaron y fueron llevados al Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG) con la finalidad de conocer algunas características físicas y químicas de los sustratos a utilizar, encontrándonos con la necesidad de realizar algunas correcciones de pH respecto a los resultados de los análisis de los sustratos.

d) Aplicación de cal y fungicida a las mezclas de sustratos

Luego de obtener los resultados de los análisis de laboratorio se realizó la incorporación de cal agrícola a las diferentes mezclas de sustratos con la finalidad de uniformizar el pH y trabajar con un pH de 5, además para evitar problemas futuros de ataque de plagas se aplicó un insecticida a base de Clorpirifos (polvo seco) a una dosis de 2 kg/tonelada, tratando de que se distribuya en todo el sustrato, una vez bien distribuido se tapó con plástico y se dejó por 5 días hasta que vaya perdiendo el olor, transcurridos los 5 días se sacó el plástico se le removió al sustrato y

queda listo para el llenado a los costales para ser trasladado a las diferentes zonas de experimentación.

e) Limpieza y acondicionamiento del área de investigación

Antes de colocar los plántones de arándano en sus respectivas ubicaciones se procedió a limpiar el lugar dejando libre de malezas, también se realizaron el levantamiento de camas o camellones a una altura de 35 cm y 80 cm de ancho esto se realizó con la finalidad de evitar posibles problemas de encharcamiento y una mejor distribución de las plantas, como otra actividad de acondicionamiento se consideró la colocación de postes de 2 m de altura, estos sirvieron como soporte para la colocación de una malla anti pájaros la cual cubrió toda el área del experimento que constó de 20 m de largo y 8 m de ancho permitiendo darle mayor seguridad ante el ataque de pájaros, animales extraños y personas, los postes fueron recolectados de las mismas zonas donde fue instalado el experimento, para su colocación se utilizó martillo, grapas, clavos, rafia, hoyadora y machetes.

f) Traslado del sustrato y plántones

Una vez el ambiente preparado se procedió a trasladar el sustrato y los plántones a las diferentes localidades, el sustrato partió del distrito de Molinopampa lugar donde se realizaron todas las mezclas; el material vegetal o plántones fue trasladado desde el vivero perteneciente al Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, INDES-CES ubicado en el noreste dentro del campus universitario.

g) Llenado de bolsas

Se utilizaron bolsas de polietileno de 23.5"x23.5" con fuelle, con la ayuda de una palana se fue adicionando el sustrato a las bolsas y a medida que se iba llenando se le daban pequeños golpes tratando de que el sustrato se distribuya de una manera uniforme hasta llegar a enraizar, esta actividad se realizó en cada una de las zonas de investigación sumando un total de 144 bolsas distribuidas en las tres zonas, la ubicación y la cantidad estuvo de acuerdo a la distribución en el diseño experimental utilizando 48 bolsas por cada piso altitudinal.

h) Siembra de plántones

Para la siembra de plántones de las cuatro variedades se procedió a realizar un orificio en el centro de las bolsas colocando el sustrato en un costado, luego se sacó la bolsa la que contenía las plantas de arándano, luego se colocó la planta en el contenedor y se adiciono sustrato tratando de compactar un poco de tal manera que haya contacto entre el sustrato y la planta para tener un buen prendimiento, esta actividad se realizó en las tres zonas de experimentación.

2.13. Medición de variables respuesta

Dentro de las variables estudiadas tenemos variables morfológicas como la altura, número de tallos basales y el número de ramas por planta, número de ramas, diámetro de tallo y peso de frutos (Kg planta); las evaluaciones se realizaron cada treinta días llegando a 6 evaluaciones durante todo el proceso de toma de datos en campo para los parámetros morfológicos, y para la evaluación de la producción se realizó el registro del peso por planta desde la primera recolección hasta la última y se tuvo el peso final por planta.

2.13.1. Altura de planta (cm)

Esta variable se evaluó con ayuda de una wincha, cada 30 días se evaluaron 48 plantas por parcela, para ello se seleccionó un tallo al azar de cada planta midiendo desde la base del tallo hasta el ápice del mismo.

2.13.2. Número de tallos basales por planta

Se registró el número total de tallos basales.

2.13.3. Número de ramas por planta.

Se registró el número total de ramas laterales.

2.13.4. Número de ramas por tallo.

Se registró el número total de ramas laterales del tallo seleccionado.

2.13.5. Diámetro de tallo (mm)

Esta variable se registró empleando un calibrador vernier marca mitutoyo, se colocó dicha herramienta a una altura de 2 a 3 cm de la base del tallo el cual arrojó un resultado expresado en (mm).

2.13.6. Peso de frutos por planta

Para esta variable se registró el peso de las diferentes cosechas que se realizaron desde el inicio hasta su término.

2.14. Determinación de propiedades químicas y físicas de los sustratos

Para la determinación de las características químicas de las mezclas de los sustratos se emplearon los servicios del Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, se realizó un análisis de fertilidad de las 3 mezclas de sustratos teniendo como resultados las concentraciones de pH, Ce, Mo, N, P, K; densidad aparente, densidad real y porosidad de cada uno de los sustratos.

2.15. Características químicas de las mezclas de los sustratos

En la Tabla 3 se muestra los resultados de las características químicas de las tres mezclas de sustratos, con respecto al pH, el nivel más bajo se encontró en la mezcla que contenía pajilla de arroz, turba de bosque y tierra agrícola.

Tabla 3. Resultados de análisis de las características químicas de los diferentes sustratos

Muestra	pH (1:1)	CE(1:1)	P ppm	K	C %	M.O %	N %
S1	4.44	0.24	17.07	419.39	4.28	7.38	0.37
S2	3.99	0.34	18.6	451.74	3.8	6.55	0.33
S3	4.48	0.23	13.12	142.66	4.08	7.03	0.35

Fuente: Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG)

2.16. Características físicas de los sustratos

En la tabla 4 se muestran los resultados de las características físicas de las mezclas de sustratos, la menor densidad aparente se encontró en la mezcla en la cual se utilizó turba de pino, turba de bosque y tierra agrícola; y la mayor densidad presentó el sustrato que contenía arena de río, turba de bosque y tierra agrícola.

Tabla 4. Análisis de propiedades físicas de las diferentes mezclas de sustratos

Sustrato	Densidad aparente (Da)	Densidad real (Dr)	Porosidad (%)
S1	0.16	0.55	70.9
S2	0.17	0.63	73
S3	0.43	0.95	54.7

Fuente: Laboratorio de Investigación en Suelos y Aguas (LABISAG)

2.17. Materiales y equipos

2.17.1. Materiales y equipos utilizados en laboratorio

- Bolsas plásticas
- Balanza de precisión con una exactitud de 0,01 g
- Calibrador digital
- Cápsula de porcelana para secado en estufa
- Cilindros de muestreo
- Etiquetas
- Estufa de secado a 105°C
- Marcador
- Mortero
- Probeta graduada

2.17.2. Materiales y equipos utilizados en campo

- Bolsas de polietileno
- Calibrador digital
- Fungicidas
- Hoyadora
- Insecticidas
- Machetes
- Mochila de fumigar
- Malla anti pájaro
- Letreros
- Palanas
- Rafia
- Wincha

III. RESULTADOS

3.1. Altura de planta

En la tabla 5 para la evaluación de la variable altura de planta no existen diferencias significativas para el factor sustrato y la interacción entre lugar*sustrato, sustrato*variedad, lugar*sustrato*variedad; además sí existen diferencias significativas respecto al factor variedad, lugar y la interacción de variedad*lugar para la misma variable, según la prueba de Tukey $p < 0.05$, en la figura 2 en el biplot realizado para la variable altura de planta para la interacción de lugar*sustrato*variedad se observa que los dos componentes principales (CP1 y CP2) explican un 92 % de la variación total en los datos; además de ello se observa que el tratamiento que tuvo los mayores valores fue el tratamiento el T1 (L1S1V1), el cual está compuesto por una mezcla de tres partes de turba de pino + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi en el anexo de Ubilón; y la menor altura se dio en el tratamiento T27 (L3S1V3), para el cual se utilizó como sustrato una mezcla de tres partes de turba de pino + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Star en el distrito de Olleros.

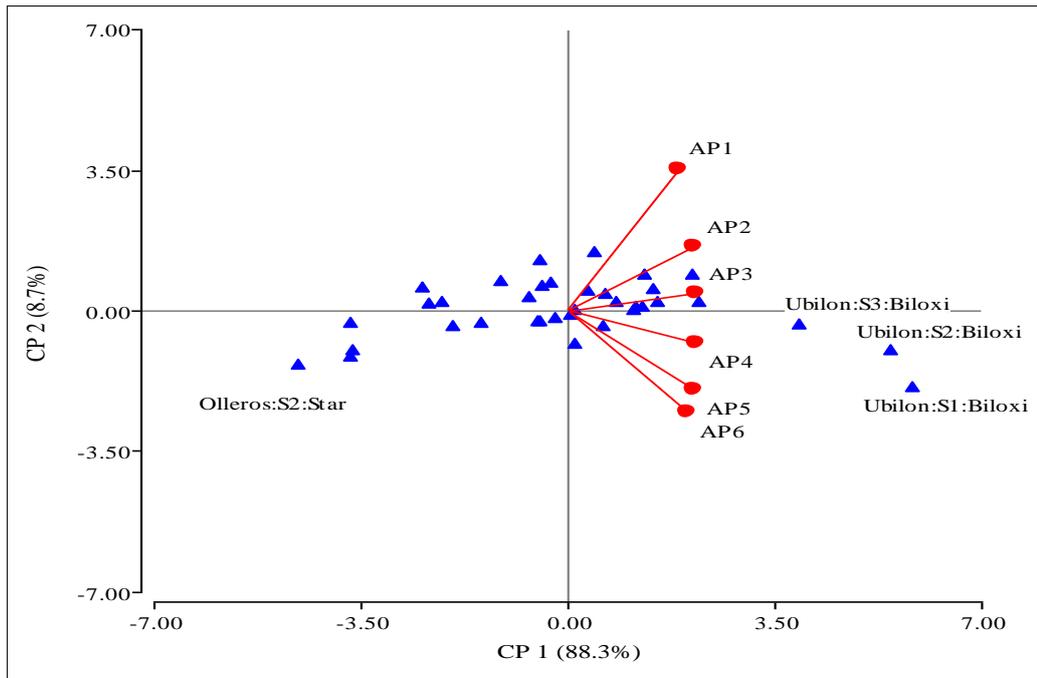


Figura 2. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable altura de planta.

3.2. Número de ramas por tallo

En la tabla 6, se evidencia que no existen diferencias significativas para la variable número de ramas por tallo entre bloques, respecto a la interacción de factor variedad*lugar y sustrato*variedad*lugar; además si existen diferencias significativas respecto al factor sustrato, variedad y lugar según la prueba de Tukey $p < 0.05$; en la figura 3 en el biplot realizado para la variable número de ramas por tallo la interacción de lugar*sustrato*variedad se observa que los dos componentes principales (CP1 y CP2) explican un 84.9% de la variación total en los datos; además de ello se observa que el tratamiento que tuvo los mayores valores fue el tratamiento T1 (L1S1V1), para el cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi en el anexo Ubilón, y el menor número de ramas por tallo fue el tratamiento T10 (L1S3V2), para el cual se utilizó como sustrato una mezcla conteniendo (3.5-1.5-1) partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Bluecrop en anexo de Ubilón.

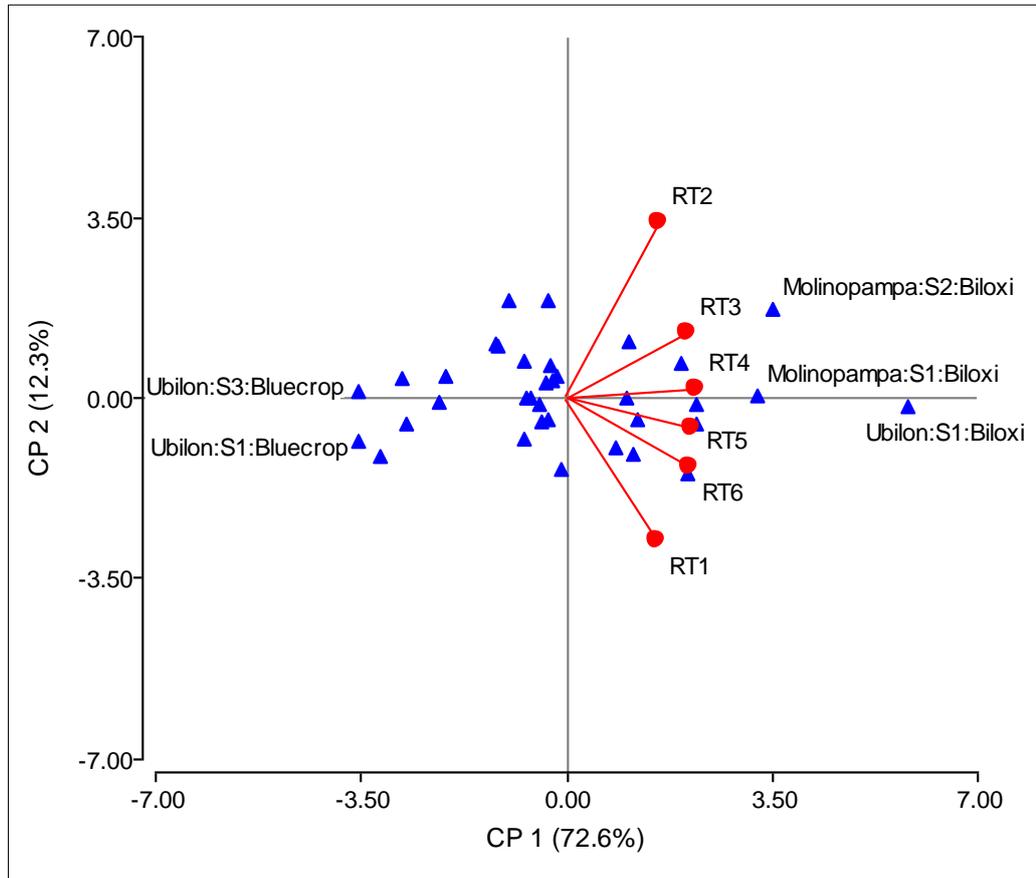


Figura 3. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de ramas por tallo.

3.3. Número de ramas por planta

La tabla 7, se evidencia que existen diferencias significativas para la variable número de ramas por planta respecto al factor sustrato, variedad, lugar y para la interacción entre sustrato*variedad; además no existen diferencias significativas entre bloques, para la interacción de los factores, variedad*lugar, sustrato*variedad, lugar, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; en la figura 4 en el biplot realizado para la número de ramas por planta para la interacción de lugar*sustrato*variedad se observa que los dos componentes principales (CP1 y CP2) explican un 82.4% de la variación total en los datos; además de ello se observa que el tratamiento que tuvo los mayores valores fue el tratamiento T1(L1S1V1), para el cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi en el anexo Ubilón; y el menor número de ramas por planta se encontró en el tratamiento T10 (L1S3V2), para el cual se utilizó como sustrato una mezcla conteniendo (3.5-1.5-1) partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Bluecrop en el anexo Ubilón.

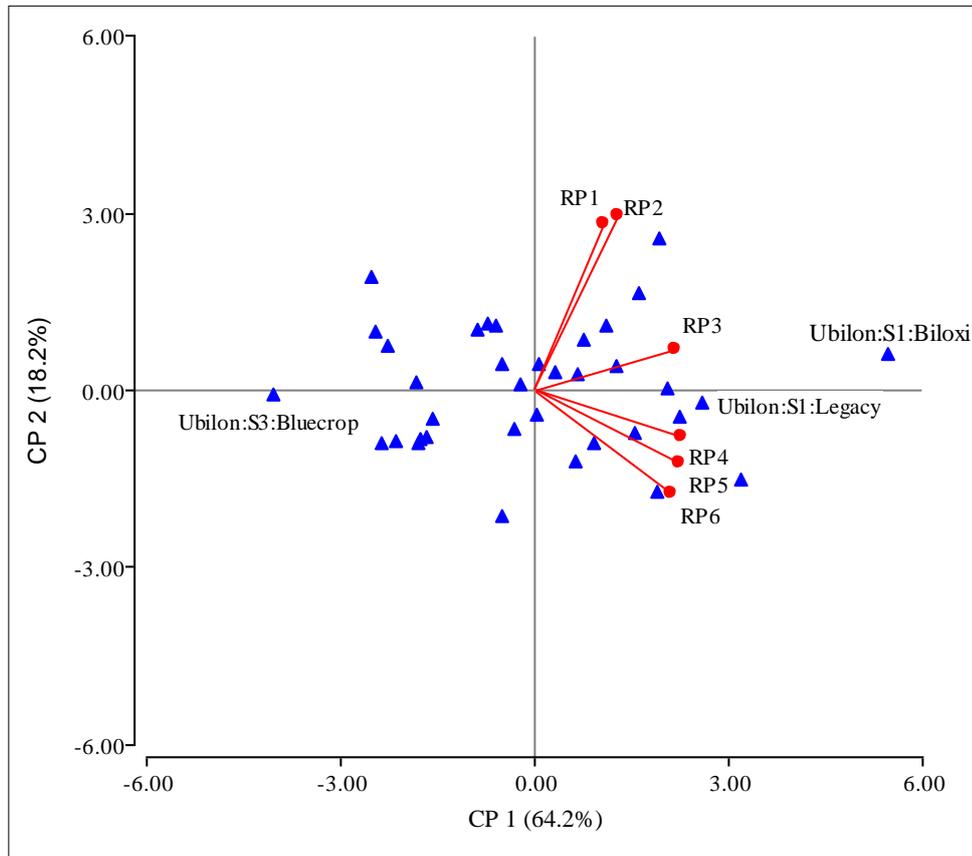


Figura 4. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de ramas por planta.

3.4. Diámetro de tallo

En la tabla 8, se evidencia que existen diferencias significativas para el factor lugar, variedad y la interacción entre lugar y variedad; además no existe diferencias significativas entre bloques, para el factor sustrato y la interacción de los factores , lugar*sustrato, sustrato*variedad, lugar*sustrato*variedad , según la prueba de Tukey $p < 0.05$; en la figura 5 en el biplot realizado para la variable diámetro de tallo para la interacción de lugar*sustrato*variedad se observa que los dos componentes principales (CP1 y CP2) explican un 92.5% de la variación total en los datos; además de ello se observa que el tratamiento que tuvo los mayores valores fue el tratamiento T5(L1S1V1), para la cual se utilizó como sustrato una mezcla conteniendo tres partes de turba de pino + tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi en el anexo de Ubilón; y el menor diámetro registró el tratamiento T31 (L352V3) para el cual se utilizó como sustrato una mezcla con las proporciones (3.5-1.5-1) partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Star en el distrito de Olleros.

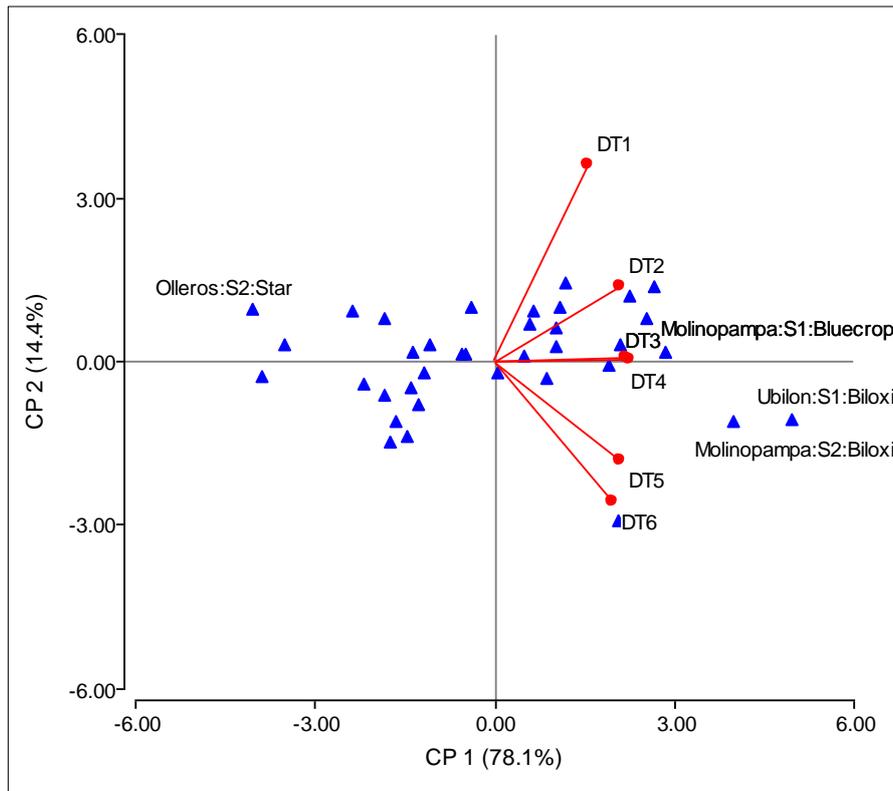


Figura 5. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable diámetro de tallo.

3.5. Número de tallos por planta

En la tabla 9, se evidencia que existen diferencias significativas para la variable diámetro de tallo entre bloques, respecto al factor sustrato, lugar y para la interacción entre sustrato*lugar; además no existen diferencias significativas respecto al factor variedad y la interacción de los factores lugar*variedad, sustrato*variedad, lugar*sustrato*variedad* lugar , según la prueba de Tukey $p < 0.05$; en la figura 6 en el biplot realizado para la variable número de tallos por planta para la interacción de lugar*sustrato*variedad se observa que los dos componentes principales (CP1 y CP2) explican un 93% de la variación total en los datos; además de ello se observa que el tratamiento que tuvo los mayores valores fue el tratamiento T3 (L1S1V3) para el cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Star en el anexo de Ubilón; y el menor valor se encontró en el tratamiento T31 (L3S3V1), para el cual se utilizó como sustrato una proporción 3.5-1.5-1 partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Biloxi en distrito de Olleros.

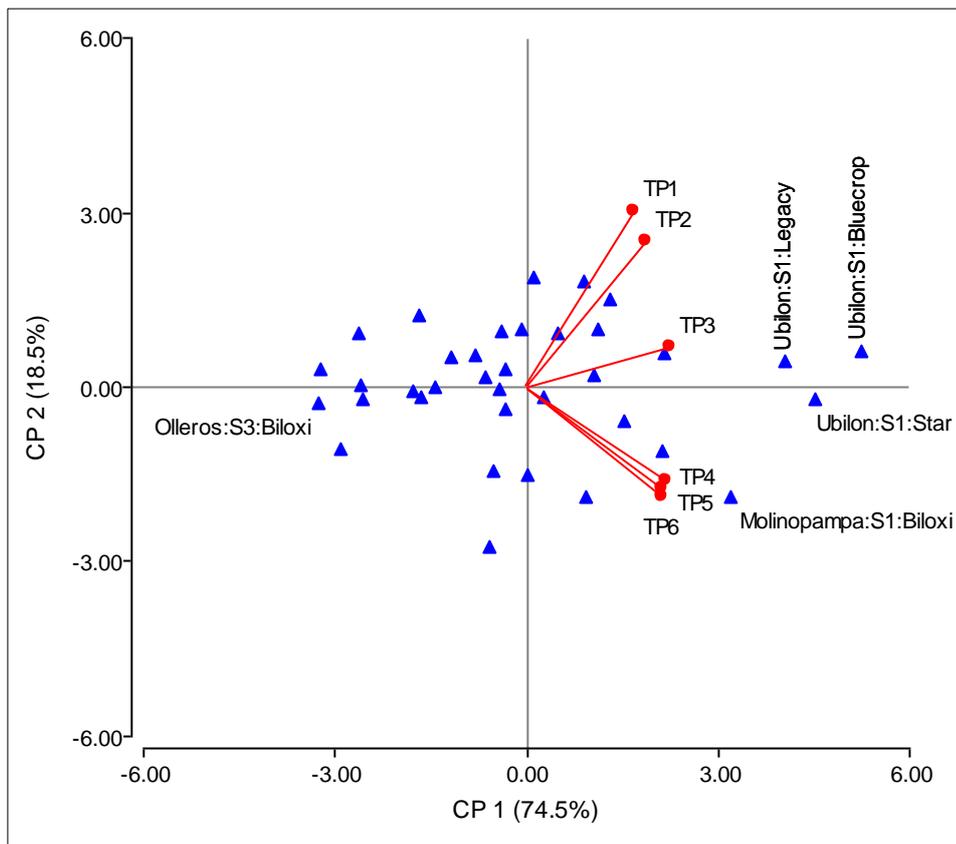


Figura 6. Interacción de los factores: lugar, sustrato y variedad para la variable número de tallos por planta

En la figura 11 en el biplot del análisis de componentes principales (ACP) para la interacción de los factores sustrato, variedad y lugar para las variables evaluadas (parámetros morfológicos), se observa que los dos componentes principales (CP1 Y CP2) explicaron el 77.5 % de la variación total en los datos de las variables evaluadas, además se puede observar las correlaciones que se forman entre las variables, La independencia de variables las encontramos en número de ramas por tallo, número de ramas por planta y el número de tallos por planta presentando un ángulo recto, caso contrario lo que se puede observar un ángulo agudo es decir una correlación positiva a mayor número de ramas por tallo mayores serán el número de ramas por planta, diámetro del tallo y altura de planta. Por otro lado, se evidencia una correlación positiva a mayor diámetro de tallo mayor, altura de planta y numero de tallos por planta, también a mayor diámetro de tallos mayor será la altura de planta y el número de tallos por planta. Así como también se muestra una correlación altamente positiva en las variables que se encuentran superpuestas con autovectores numero de ramas por tallo y numero de ramas por planta, por otro lado, hay una correlación entre el número de ramas por planta y tallo con el número de tallos por planta.

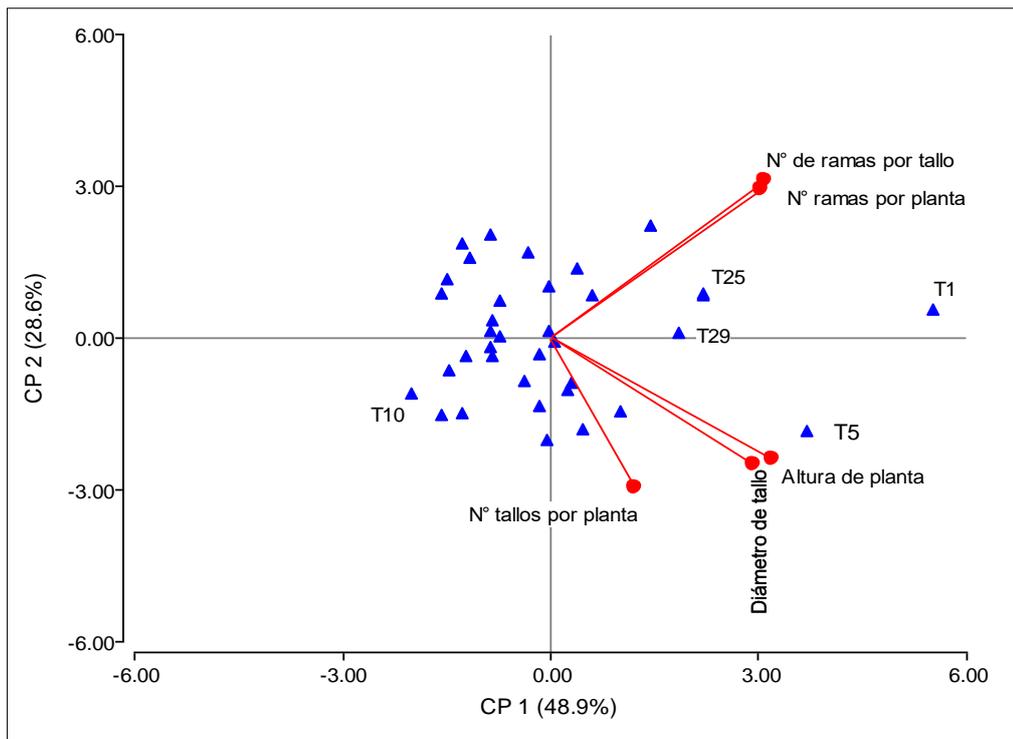


Figura 7. Interacción de los factores: lugar y variedad para los parámetros morfológicos del comportamiento agronómico.

3.6. Producción de arándanos

En la tabla 10, muestra que existen diferencias significativas para la variable producción para los factores sustrato, variedad y lugar, para la interacción lugar*sustrato, lugar*variedad y sustrato*variedad; además no existen diferencias significativas para la interacción de lugar*sustrato*variedad, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; en la figura 15 se muestra los niveles de producción para las cuatro variedades encontrando que el mayor promedio de producción se registró en la variedad Biloxi y la variedad que tuvo menor producción fue Legacy

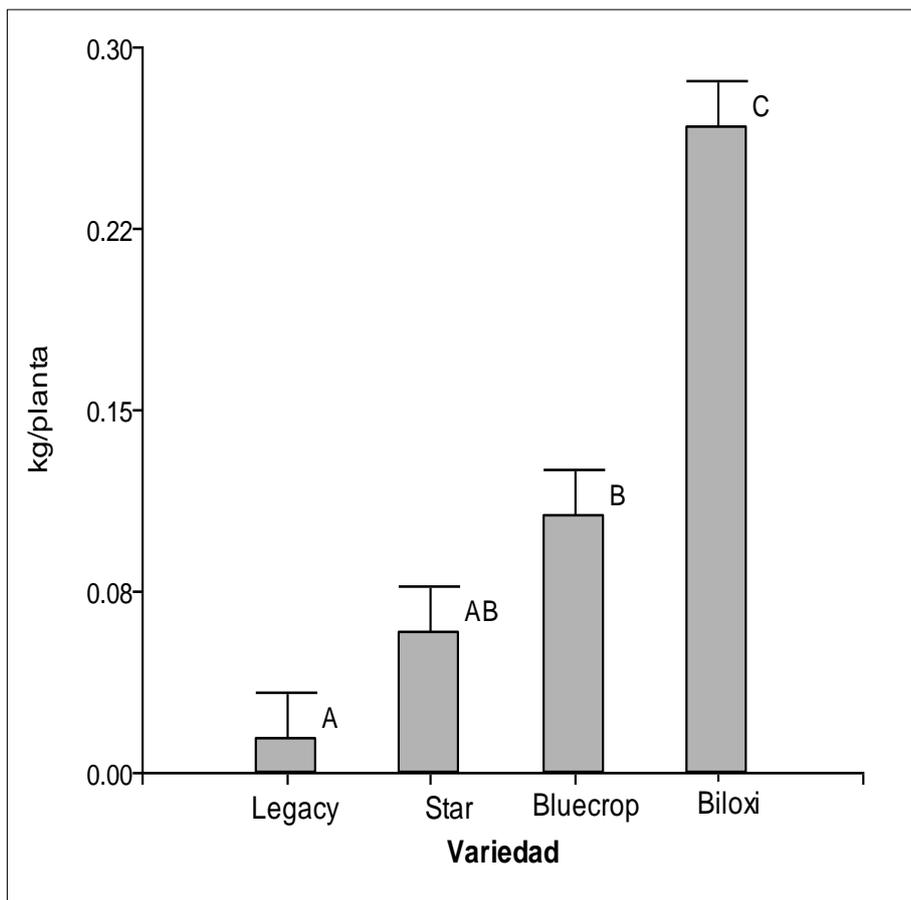


Figura 8. Producción de cuatro variedades de arándanos.

IV. DISCUSIÓN

Evaluando el efecto de los pisos altitudinales y el tipo de sustrato sobre el comportamiento agronómico de variedades de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) se encontró que no existen diferencias significativas para la variable altura de planta para el sustrato y la interacción entre sustrato*variedad, sustrato*variedad*lugar; además si existen diferencias significativas respecto a la variedad, lugar y la interacción entre variedad*lugar para la misma variable; para la interacción de sustrato y variedad la mejor fue (S2V1) para el cual se utilizó como sustrato una mezcla conteniendo tres partes de pajilla de arroz +tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi; y la menor interacción fue (S2V3) para el cual se utilizó como sustrato una mezcla de tres partes de pajilla de arroz +tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Star; su crecimiento de la variedad Biloxi en el anexo Ubilón la Jalca Grande fue favorecida por la temperatura, dicha zona presento los niveles más altos de temperatura, la temperatura es uno de los principales controladores de la distribución y productividad de las plantas (Yepes & Silveira, 2011). Los resultados encontrados coinciden con la investigación realizada por Caballero (2015), quien evaluó la altura de planta de la variedad Biloxi y Sharpblue encontrando que la variedad Biloxi obtuvo mayor altura para todas las semanas evaluadas. Además, Huamantigo (2016), encontró mayor promedio respecto a la altura de planta de la variedad Biloxi comparada con la variedad Duke, por otro lado Maticorena (2017) al analizar parámetros como velocidad de crecimiento vegetativo, altura de planta y volumen radicular, concluye que el uso de residuos de actividades de cosecha y manufactura de productos como el alperujo (residuo del proceso del aceite de oliva), el orujo de uva, el sarmiento picado y la cascarilla de arroz son una alternativa frente a la mezcla comúnmente usada de suelo y aserrín (1:2). El autor sugiere que es una alternativa interesante para lugares con suelos con pocas posibilidades naturales de producción.

Para la variable número de ramas por tallo se encontró que no existen diferencias significativas para la interacción de variedad*lugar y sustrato*variedad*lugar; además si existen diferencias significativas respecto al sustrato, variedad y lugar y a la interacción lugar*sustrato y sustrato*variedad; para la interacción de sustrato y variedad la mejor fue (S1V1) para la cual se utilizó como sustrato una

proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi; y la menor interacción fue (S2V4) para la cual se utilizó como sustrato una mezcla de tres partes de pajilla de arroz +tres partes de turba de bosque + una parte de tierra agrícola con la variedad Legacy, el mayor número de ramas por tallos está también relacionado con la mayor altura de planta este comportamiento está influenciado por el sustrato, variedad y el lugar, en tal sentido la altitud juega un papel fundamental en relación con el crecimiento y desarrollo del cultivo de tal manera que una planta se desarrolla de acuerdo a la cantidad de calor que recibe en una determinada etapa fenológica (Lima, 2019), el sustrato compuesto por tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola fue considerado el mejor para esta variable esto se debió a los mayores valores de porosidad, y materia orgánica encontrados comparadas con las otras mezclas, además la variedad que menos sobresalió fue la variedad Bluecrop en el anexo de Ubilón esto se explica porque es una variedad que tiene requerimiento de horas frío superiores a 800 horas frío, según Retamales (2014), el desarrollo vegetativo es altamente susceptible a los cambios ambientales, siendo la luz uno de los más grandes al tener influencia directa en la producción de energía, permitiendo así que exista un alargamiento de los tallos y entrenudos, y que las hojas tengan un mejor desarrollo y por consiguiente la formación de un mayor número de ramas por planta.

Para la variable número de ramas por planta se encontraron diferencias significativas para sustrato, variedad y lugar y para la interacción entre sustrato*variedad; además no existen diferencias significativas entre bloques, entre la interacción de los factores, variedad*lugar, sustrato*variedad, lugar, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; para la interacción de sustrato y variedad la mejor resultado (S1V1) para la cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi; y la menor fue (S3V4) para la cual se utilizó como sustrato una mezcla conteniendo (3.5-1.5-1) partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Legacy, esta variable está muy ligada a la anterior mientras mayor cantidad de ramas por tallo habrá mayor número de ramas por planta se refleja claramente que el sustrato, variedad y lugar influyen

notablemente en la aparición de mayor cantidad de ramas por planta, en tal sentido podemos afirmar que la altitud juega un papel fundamental en relación con el crecimiento y desarrollo del cultivo de tal manera que una planta se desarrolla de acuerdo a la cantidad de calor que recibe en una determinada etapa fenológica (Lima, 2019), el sustrato compuesto por tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola fue considerado el mejor para esta variable esto se debió a los mayores valores de porosidad, y materia orgánica encontrados comparadas con las otras mezclas, además la variedad que menos sobresalió fue la variedad Bluecrop en el anexo de Ubilón esto se explica porque es una variedad que tiene requerimiento de horas frío superiores a 800 horas frío, según Retamales (2014), el desarrollo vegetativo es altamente susceptible a los cambios ambientales, siendo la luz uno de los más grandes al tener influencia directa en la producción de energía, permitiendo así que exista un alargamiento de los tallos y entrenudos, y que las hojas tengan un mejor desarrollo y por consiguiente la formación de un mayor número de ramas por planta.

Para la variable número de tallos por planta se encontraron diferencias significativas para el factor sustrato y lugar y para la interacción entre sustrato*lugar; además no existen diferencias significativas respecto al factor variedad y la interacción de los factores, lugar *variedad, sustrato*variedad, lugar*sustrato*variedad, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; para la interacción de sustrato y variedad la mejor resultado (S1V3) para la cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de turba de pino, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Star; y el tratamiento que menos respondió fue T10 para el cual se utilizó como sustrato una proporción 3.5-1.5-1 partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola con la variedad Bluecrop. Estos resultados coinciden con Caballero (2015) quien obtuvo mayor cantidad de tallos por planta antes de aplicar una poda en la variedad Biloxi comparada con la variedad Sharpblue; pero después de la poda el número de tallos secundarios aumento de manera similar en los dos cultivares, además Meza (2015) determino en su investigación que la mayor cantidad de tallos por planta se presentó en la variedad Biloxi respecto a Sharpblue.

Para la variable diámetro de tallo se encontraron diferencias significativas respecto al factor lugar, variedad y para la interacción entre lugar*variedad;

además no existe diferencias significativas para el factor sustrato y la interacción de los factores , lugar*sustrato, sustrato*variedad , lugar*sustrato*variedad, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; para la interacción sustrato y variedad resulto mejor (S2V1) para la cual se utilizó como sustrato una proporción de tres partes de pajilla de arroz, tres partes de turba de bosque y una parte de tierra agrícola con la variedad Biloxi, y el menor (S3V3) el cual se utilizó como sustrato una proporción 3.5-1.5-1 partes de turba de bosque arena de rio y tierra agrícola con la variedad Star, la variedad Star es una planta de crecimiento ligeramente abierto y de vigor moderado (Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias[INIA], 2017)

Para la interacción del factor lugar y variedad para todas las variables evaluadas la mejor interacción se presentó para (L1V1) la cual hace referencia a Ubilón y variedad Biloxi, así mismo la menor interacción fue (L2V3) la cual está compuesta por Molinopampa y la variedad Star, de tal manera que se atribuye a la variedad Biloxi como la variedad con mejor adaptabilidad sus requerimientos de horas frio tiene un mínimo de 400 horas, es considerada una variedad de producción temprana es una planta de hábito erecto, muy vigorosa y con buena productividad por otro lado la variedad Star es una planta de crecimiento ligeramente abierto y de vigor moderado (INIA, 2017), además su crecimiento de la variedad Biloxi en el anexo Ubilón la Jalca Grande fue favorecida por la temperatura, dicha zona presento los niveles más altos de temperatura, la temperatura es uno de los principales controladores de la distribución y productividad de las plantas (Yepes & Silveira , 2011).

Para la interacción de los tres factores: lugar, sustrato y variedad para todas las variables evaluadas correspondientes a parámetros morfológicos resulto como la mejor interacción (S1V1L1) compuesto por el Anexo de Ubilón, variedad Biloxi, sustrato: 3-3-1 turba de pino, turba de bosque, tierra agrícola) y la menor interacción fue (S1V2L1) Anexo de Ubilón, variedad Bluecrop, sustrato: 3.5-1.5-1 turba de bosque arena de río y tierra agrícola), esto se debió a las condiciones climatológicas del lugar La Jalca Grande (Anexo -Ubilón) es la zona más baja respecto a los otros distritos donde los niveles humedad relativa son menores, esto se puede corroborar con resultados obtenidos por Huamantingo (2016) quien evaluó el crecimiento de dos variedades de plantines arándano, en condiciones de

vivero en tres pisos altitudinales en la ciudad de Abancay encontró que el promedio de altura de planta en la zona más baja en la variedad Biloxi fue mayor respecto a la variedad Duke. Además, Meza (2015) mencionan que los factores ambientales ejercen un efecto sobre el crecimiento de las plantas, la luz es el factor principal porque tiene un papel clave en la fotosíntesis como fuente de energía teniendo el efecto más grande en crecimiento, ya que actúa como fuente de energía para la síntesis de carbohidratos a partir de CO₂ y agua. Por otro lado Lima (2019) explica que el crecimiento de las plantas responde a cambios altitudinales, mientras en un sitio de menor altitud existe una temperatura mayor las respuestas de crecimiento se aceleran, pero por otra parte disminuyen la capacidad hídrica por otro lado esto se debió a que el sustrato S1 tuvo los niveles superiores de materia orgánica por consiguiente mayor cantidad de nitrógeno, el tratamiento que alcanza el mejor crecimiento total refleja la mejor adaptabilidad de la variedad de arándano a las mezclas de sustratos donde podemos determinar que la mejor variedad fue Biloxi y el mejor sustrato la mezcla 3-3-1 turba de pino, turba de bosque y tierra agrícola.

Para la variable producción existen diferencias significativas para el factor sustrato y variedad, respecto a la interacción del factor sustrato*variedad; además no existen diferencias significativas respecto al factor lugar y a la interacción de los factores lugar*sustrato, lugar*variedad y lugar*sustrato*variedad*, según la prueba de Tukey $p < 0.05$; para los tratamientos de los dos lugares el mejor tratamiento T1 el cual estuvo compuesto por tres partes de turba de bosque + tres partes de turba de pino + una parte de tierra agrícola y la variedad Biloxi el valor más bajo se dio en el tratamiento T24 el cual estuvo compuesto (3.5-1.5-1) partes de turba de bosque arena de río y tierra agrícola y la variedad 4 fue Legacy, esto coincide con Morales et al (2015), quien en su investigación encontró que las variedades más sobresalientes en cuanto al rendimiento en fruto fueron las variedades Biloxi, Sharpblue y Legacy respectivamente. Además, Maticorena (2017) menciona en su investigación que la variedad Biloxi es una variedad muy productiva con requerimiento de horas frío muy bajos por debajo de el de otras variedades, es una planta de producción temprana; por su parte Rodríguez (2017) menciona que dicha variedad es extremadamente vigorosa y produce bastante rendimiento incluso en “bloques sólidos” sin otras variedades con tal que haya

suficientes abejas para asegurar una buena polinización. Por otro lado, Meza (2015) menciona que las variables reproductivas como son el rendimiento y la producción de fruta están determinadas por las características propias de cada cultivar, el manejo del cultivo y las condiciones ambientales del lugar donde se desarrolla.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye lo siguiente:

- De las tres mezclas de sustratos y cuatro variedades de arándanos se determinó que la mezcla más adecuada fue la que estuvo compuesta con las proporciones (3-3-1) turba de pino, turba de bosque, tierra agrícola; y la variedad con mejor comportamiento a dicho sustrato fue la variedad Biloxi.
- De los tres pisos altitudinales donde se desarrolló el trabajo de investigación y cuatro variedades se llegó a concluir que el piso altitudinal que se encontró en menor altitud 2000 msnm (La Jalca Grande –Ubilón), y la variedad Biloxi presentó el mejor comportamiento agronómico.
- Para la interacción piso altitudinal, sustrato y variedad se encontró el mejor comportamiento agronómico y la mayor producción se encontró en (La Jalca Grande - Ubilón) con la mezcla de sustrato 3-3-1 turba de pino, turba de bosque, tierra agrícola y la variedad Biloxi.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una caracterización física y química de los sustratos para el cultivo de arándanos en contenedores.
- Para el cultivo de arándano aplicar un sistema de riego por goteo para tener un mejor suministro de agua y un mayor aprovechamiento de nutrientes, plantear programas de manejo integrado para el control de plagas y enfermedades.
- Realizar podas de formación y fitosanitarias como parte del manejo agronómico que contribuyan a lograr un cultivo con altos niveles productivos.
- Se recomienda realizar estudios con periodos de tiempo más prolongados de plantas cerca de la edad de máxima producción para definir con mayor exactitud las variedades con mejores niveles productivos.
- Se recomienda considerar un mayor número de plantas por unidad experimental, así mismo reducir los intervalos de tiempo para la toma de datos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agriculture Innovation Australia. (2014). Compendium for the report on : Intensive Berry Production Using Greenhouses, Substrates and Hydroponics. Is this the Way Forward. Australia: Nuffield Scholar.
- Ajquejay Ortega, W. A. (2018). Evaluación de variedades de arándano (*Vaccinium ashei*) en aldea Paneyá, san Jose Poaquil. Universidad Rafael Landivar , Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas , San Jose Poaquil Guatemala .
- Bascope J, A. (2012). Realidad productiva del arándano en EE.UU y Mexico. Santiago de Chile : Oficina de estudios y politicas agrarias .
- Bustilo Álvarez, A. (2015). El cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) y su proyección en Colombia. Monografía , Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Colombia.
- Caballero Carbajal, J. D. (2015). Crecimiento y desarrollo vegetativo de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L) Biloxi y Sharpblue en la sabana de Bogota. Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada , Facultad de Ciencias Básicas Y aplicadas, Bogota.
- Craviotti, C., Cattaneo , C., & Palacios , P. (2008). Buenas prácticas agrícolas y vínculos laborales en la producción de alimentos de alto valor. Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios, 73-97. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/333614350>
- Hernández Hernández, I., Bautista, P. B., & Arellanes Juárez, N. (2017). Evaluación de la calidad de fruta de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en dos regiones del estado de Oaxaca. CIVITEC, 256-273. Obtenido de <http://revistas.unica.cu/uciencia>
- Hirzel, J. 2013. Fertilización en el Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura Del Gobierno de Chile. 120 pp.
- Huamantigo Tello , J. A. (2016). Evaluación del crecimiento de plantines de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en tres pisos altitudinales

a condiciones de vivero en Abancay Apurímac. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Abancay Apurímac.

INIA Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Variedades de arándanos. En E. C. A, Manual del manejo agronómico del arándano (págs. 11-19). Santiago de Chile .

INTAGRI. 2017. El Cultivo de Arándano. Serie Frutillas Núm. 17. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 10 p.

Lima Balcázar, A. M. (2019). Crecimiento y desarrollo vegetativo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. Var. Biloxi) en tre pisos altitudinales en la provincia de Loja. Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Loja- Ecuador.

Maticorena Quispe, M. F. (2017). Cinco tipos de poda en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.cv Biloxi) y su influencia en determinados parametros productivos. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Agronomía, Lima,Perú.

Meza Torres, P. A. (2015). Algunos Aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.x *V.Darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Tesis de pregrado, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Cundinamarca, Colombia.

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2016). El arándano en el Perú y el mundo. Lima,Perú.

Ministerio de Agricultura Y Riego [MINAGRI]. (27 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://www.gob.pe/minagri>

Montero, I. F. (2015). Caracterización físico química y sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) en Jalisco. Tesis de pregrado , Universidad de Juadalajara, División de Ciencias Biológicas y Ambientales , Jalisco. Recuperado el martes de julio de 2019

- Morales, V., Morales, E., Ortega, L., & Gallardo, A. (2015). Evaluación de nuevas variedades arándano cultivadas en Xicotepec. *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, Vol.2(No.2 221-224), 221-224.
- Ochmian, I., Malinowski, R., Kubu, M., Malinowska, K., Sotek, Z., & Racek, M. (2019). The feasibility of growing highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) on loamy calcic soil with the use of organic substrates. *Scientia Horticulturae*, 257.
- Pino Pinto, C. M. (2007). Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Retamales, J. (2014). Influencia de las condiciones microclimáticas bajo túnel alto sobre respuestas fisiológicas y productivas de arándano. Tesis doctoral, Chile.
- Rebolledo, C. 2013. Establecimiento del arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. *Manual de Arándano*. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
- Rodríguez, V. M. (2017). Establecimiento preliminar de las condiciones agroclimáticas, zonas de adaptación y cultivares potenciales para el desarrollo del cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum*) en Colombia. Tesis de pregrado, Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Fusagasugá, Colombia.
- Uribe, H. & Riquelme, F. 2013. Huella Hídrica del Arándano. In Osorio, A (ed.). *Determinación de la huella de agua y estrategias de manejo de recursos hídricos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias– INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. Serie Actas INIA N° 50. 120 pp.
- Voogt, W., van Dijk, P., Douven, F., & van der Maas, R. (2014). Development of a Soilless Growing System for Blueberries (*Vaccinium corymbosum*): nutrient demand and solution. *Acta Hort*, 215-221. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1017.27

- Yepes, A., & Silveira Buckeridge, M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climatico global. *Colombia forestal*, 14(2), 213-232.
- Zorenc, Z., Veberic, R., Stampar, F., Koron, D., & Mikulic-Petkovsek, M. (2016). Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during de harvest season. *TÜBITAK*, 855-864. doi:doi:10.3906/tar-1607-57

ANEXOS 1: Tabla de resultados

Tabla 5. Análisis de Varianza para la altura de planta

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6447.94	38	169.68	3.52	<0.0001
Bloque	62.81	3	20.94	0.43	0.7288
Lugar	1988.93	2	994.47	20.63	<0.0001
Sustrato	2.51	2	1.26	0.03	0.9743
Variedad	2538.47	3	846.16	17.56	<0.0001
Lugar*Sustrato	426.82	4	106.7	2.21	0.0724
Lugar*Variedad	910.9	6	151.82	3.15	0.007
Sustrato*Variedad	89.49	6	14.91	0.31	0.9308
Lugar*Sustrato*Variedad	428.01	12	35.67	0.74	0.7094
Error	5060.69	105	48.2		

a. $R^2(\%) = 56$ b. CV (%) = 10,29

Tabla 6. Análisis de Varianza para el número de ramas por tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3619.78	38	95.26	2.46	0.0002
Bloque	136.03	3	45.34	1.17	0.324
Lugar	294.88	2	147.44	3.81	0.0252
Sustrato	676.79	2	338.4	8.75	0.0003
Variedad	1078.14	3	359.38	9.29	<0.0001
Lugar*Sustrato	374.96	4	93.74	2.42	0.0527
Lugar*Variedad	270.24	6	45.04	1.16	0.3311
Sustrato*Variedad	488.32	6	81.39	2.1	0.0588
Lugar*Sustrato*Variedad	300.43	12	25.04	0.65	0.7973
Error	4061.97	105	38.69		
Total	7681.75	143			

a. $R^2(\%) = 47$ b. CV (%) = 55.49

Tabla 7. Análisis de Varianza para el número de ramas por planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10116.72	38	266.23	3.66	<0.0001
Bloque	204.58	3	68.19	0.94	0.4254
Lugar	484.35	2	242.17	3.33	0.0396
Sustrato	2979.85	2	1489.92	20.48	<0.0001
Variedad	3260.58	3	1086.86	14.94	<0.0001
Lugar*Sustrato	883.82	4	220.95	3.04	0.0205
Lugar*Variedad	485.54	6	80.92	1.11	0.3601
Sustrato*Variedad	1073.38	6	178.9	2.46	0.0289
Lugar*Sustrato*Variedad	744.62	12	62.05	0.85	0.5963
Error	7637.92	105	72.74		
Total	17754.64	143			

a. $R^2(\%) = 57$ b. CV (%) = 33.98

Tabla 8. Análisis de Varianza para el diámetro de tallo.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	255.34	38	6.72	2.9	<0.0001
Bloque	0.04	3	0.01	0.01	0.9994
Lugar	75.71	2	37.85	16.34	<0.0001
Sustrato	4.12	2	2.06	0.89	0.4136
Variedad	101.1	3	33.7	14.55	<0.0001
Lugar*Sustrato	10.3	4	2.57	1.11	0.355
Lugar*Variedad	30.32	6	5.05	2.18	0.0505
Sustrato*Variedad	9.71	6	1.62	0.7	0.6513
Lugar*Sustrato*Variedad	24.04	12	2	0.86	0.5845
Error	243.2	105	2.32		
Total	498.54	143			

a. $R^2(\%) = 51$ b. CV (%) = 26.01

Tabla 9. Análisis de Varianza para el número de ramas por tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	231.72	38	6.1	2.3	0.0005
Bloque	10.58	3	3.53	1.33	0.2692
Lugar	88.1	2	44.05	16.58	<0.0001
Sustrato	17.1	2	8.55	3.22	0.044
Variedad	11.64	3	3.88	1.46	0.2296
Lugar*Sustrato	28.57	4	7.14	2.69	0.0351
Lugar*Variedad	18.24	6	3.04	1.14	0.3421
Sustrato*Variedad	9.24	6	1.54	0.58	0.7459
Lugar*Sustrato*Variedad	48.26	12	4.02	1.51	0.1305
Error	278.92	105	2.66		
Total	510.64	143			

a. $R^2(\%) = 45$ b. $CV(\%) = 39.25$

Tabla 10. Análisis de varianza para la producción de cuatro variedades de arándanos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Bloque	0.0027	3	0.0004	0.16	0.9240
Lugar	0.40	2	0.20	35.42	<0.0001
Sustrato	0.11	2	0.06	9.74	0.0001
Variedad	0.58	3	0.19	34.08	<0.0001
Lugar*Sustrato	0.06	4	0.02	2.83	0.0285
Lugar*Variedad	0.30	6	0.05	8.87	<0.0001
Sustrato*Variedad	0.10	6	0.02	2.96	0.0104
Lugar*Sustrato*Variedad	0.07	12	0.1	0.97	0.4804
Error	0.59	105	0.01		
Total	2.22	143			

ANEXO 2: Galería de fotografía



Figura 9. Construcción de camellones



Figura 10. Siembra de plantones de arándano.



Figura 11. Material vegetativo utilizado para el experimento.



Figura 12. Evaluación de variables morfológicas en arándanos. (A) medición de diámetro de tallo, (B) medición de altura de planta.



Figura 13. Cosecha de arándano.



A



B

Figura 14. Evaluación de producción de arándanos. (A) índice de madurez adecuada, (B) registro del peso por planta.