

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO
DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.), VARIEDAD BILOXI EN LA
PARROQUIA MONTALVO**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

AUTOR

Lisette Aracelly Villegas Lozada

TUTOR:

Ing. MICHEL LEIVA MORA. DrC.

CEVALLOS – ECUADOR

2021

**EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO DEL
CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.), VARIEDAD BILOXI EN LA
PARROQUIA MONTALVO**

REVISADO POR:



.....
Ing. MICHEL LEIVA MORA. DrC.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha



09/03/2022

.....
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Ing. Marco Pérez Salinas PhD



08/03/2022

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Segundo Curay, PhD



06/03/2022

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Mg. Edwin Pallo

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita, Lissette Aracelly Villegas Lozada, portadora de cédula identidad número: 180524045-2, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.), VARIEDAD BILOXI EN LA PARROQUIA MONTALVO.” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



LISSETTE ARACELLY VILLEGAS LOZADA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DE TRES SUSTRATOS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.), VARIEDAD BILOXI EN LA PARROQUIA MONTALVO” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



LISSETTE ARACELLY VILLEGAS LOZADA

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por bendecirme y guiarme en el trascurso de la vida y poderme culminar mi objetivo.

A mi querida Universidad que me abrió las puertas para superarme y a todas las autoridades e ingenieros por compartir sus conocimientos en las aulas y fuera de ellos, además por permitirme culminar una etapa de mi vida, gracias por el apoyo, orientación, motivación de guiarme en toda mi carrera.

A mi tutor Ing. Michel Leiva Mora. Dr., un agradecimiento sincero por su paciencia, constancia, consejos y tiempo durante todo el trabajo, muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento, cuando más las necesite. También agradezco al Ing. Juan Yáñez por sus consejos, enseñanzas, apoyo y sobre todo su amistad brindada en los momentos más difíciles que pase.

Y a mis compañeros de aulas que fueron mi segunda familia y con cuales compartí muchos años de aula.

DEDICATORIA

Dedicado con todo mi amor y cariño a mis amados padres Renan Villegas y Cecilia Lozada por darme la vida, por confiar y guiarme por el camino del bien y ser mi soporte y ayuda para culminar este paso más en la vida, a ti mamita que con sus palabras de aliento no me han dejado decaer, a mi hermano Samir que soy el ejemplo a seguir y que vea que con esfuerzo y dedicación los sueños se cumplen.

A mi esposo por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles, pero hemos salido adelante.

A mi amado hijo Elias por ser mi motor, fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

Gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	vi
DERECHO DE AUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
TABLA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
1.1. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	5
2.2.1. Origen y distribución del arándano.....	5
2.2.2. El cultivo de arándano	6
2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos del arándano	9
2.2.4. Uso de sustratos en agricultura	10
2.2.5. Tipos de sustratos utilizados	12
a) Fibra de coco + Perlita	12
b) Cascarilla de arroz	14
c) Pindstrup.....	15
CAPÍTULO III.....	16
3.1 HIPÓTESIS.....	16
3.2 OBJETIVOS.....	16
CAPÍTULO IV.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO).....	17
4.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	17
4.3 EQUIPOS Y MATERIALES	17
Materiales.....	17
4.4 FACTORES EN ESTUDIO.....	18

Tratamientos	18
4.5 TRATAMIENTOS	19
4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL	19
4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO	20
4.7.1 Preparación del sustrato	20
4.7.2 Elección de las plantas	21
4.7.3 Desinfección de las plantas	21
4.7.4 Riego	21
4.7.5 Fertilización	22
4.8 VARIABLES RESPUESTA	23
CAPÍTULO V	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
CAPÍTULO VI	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
RECOMENDACIONES	38
CAPÍTULO VII	39
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características fisicoquímicas de la perlita.....	13
Tabla 2. Niveles foliares orientativos de macro y microelementos en arándano (Fuente: Hanson y Hancock)	22
Tabla 3. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. a los 14 días posterior al trasplante (Evaluación 1).....	26
Tabla 4. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. a los 28 días posterior al trasplante (Evaluación 5).....	27
Tabla 5. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. a los 58 días posterior al trasplante (Evaluación 9).....	28
Tabla 6. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. a los 84 días posterior al trasplante (Evaluación 13).....	31
Tabla 7. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. a los 137 días posterior al trasplante (Evaluación 17).....	32
Tabla 8. Relación Costo/Beneficio	34
Tabla 9. Relación Costo/Beneficio por hectárea	35

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Producción (tn) y superficie sembrada (ha) de arándanos en los diferentes continentes para el año 2019, según FAO.....	7
Figura 2. Distribución de la producción (tn) y superficie sembrada en países productores de arándano en América para el año 2019. (Datos según FAOSTAT, 2021)	8

RESUMEN

El mercado de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) ha experimentado un incremento en la demanda en los últimos 10 años, ubicándolo a nivel mundial como la cuarta fruta de importancia económica, debido a que son considerados productos naturales con muchos beneficios para la salud humana. Dado que en el país no existe información sobre la producción de arándano, en el presente estudio se evaluó el efecto del tipo de sustrato sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de arándano variedad Biloxi, en la parroquia Montalvo del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Fueron usados tres tipos de sustrato: cascarilla de arroz (T1), Pindstrup (T2), fibra de coco más perlita (T3) y semanalmente fueron medidas las variables: número de brotes, número de hojas, diámetro de brote (mm), altura de la planta (cm), copa, vigor, número de entrenudos, longitud de entrenudos y diámetro del tallo. De acuerdo con los resultados, se detectó efecto del tipo de sustrato sobre las variables morfo-fisiológicas de plantas de arándano, siendo los mayores valores observados cuando se usó cascarilla de arroz (T1) fibra de coco + perlita (T2) como sustratos durante todas las evaluaciones. Adicionalmente, de acuerdo con la relación Beneficio-Costo se determinó que los mayores beneficios podrían ser obtenidos con los tratamientos 1 (cascarilla de arroz) y 3 (fibra de coco + perlita), en los que se esperaba que por cada dólar invertido se obtendrá un beneficio de 2,24 y 2,27 dólares, respectivamente, mientras que con el uso del tratamiento 2 (Pindstrup), el beneficio sería ligeramente inferior.

Palabras clave: arándano, Ecuador, propagación, sustrato.

ABSTRACT

The market for blueberry fruits (*Vaccinium corymbosum* L.) has experienced an increase in demand in the last 10 years, placing it worldwide as the fourth fruit of economic importance, because they are considered natural products with many human health benefits. Given that there is no information on blueberry production in the country, in the present study the effect of the type of substrate on the vegetative growth of blueberry cultivar Biloxi was evaluated in Municipality of Montalvo, Tungurahua province. Three types of substrates were used: rice husk (T1), Pindstrup (T2) coconut fiber plus perlite (T3) and the variables were measured weekly: number of shoots, number of leaves, diameter of shoot (mm), height of the plant (cm), canopy, vigor, number of internodes, length of internodes and diameter of the stem. According to the results, the effect of the type of substrate was detected on the morpho-physiological variables of blueberry plants, being the highest values observed when rice husk (T1) coconut fiber + perlite (T2) was used as substrates during all the evaluations. Additionally, according to the Benefit-Cost ratio, it was determined that greatest benefits could be obtained with treatments 1 (rice husk) and 3 (coconut fiber + perlite), suggesting that a benefit of 2.24 and 2.27 dollars would be expected that for every dollar invested, respectively, while with the use of treatment 2 (Pindstrup), the benefit would be slightly lower.

Keywords: blueberry, Ecuador, propagation, substrate.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arándano también conocido como *blueberry*, es un arbusto perenne regularmente de hoja caduca, el cual produce una baya, pertenece a la familia Ericáceas y al género *Vaccinium* (**Baldomero et al. 2017**). El arándano constituye la cuarta frutilla de interés económico a nivel mundial, por un lado por su alto contenido de antioxidantes, fibras, pectinas y vitamina C y, por el otro lado por su alta rusticidad, lo que hace que adapte a condiciones ambientales adversas, puesto que aunque es una especie de climas templados y fríos, algunos cultivares se adaptan a microclimas tropicales y subtropicales (**Salgado-Vargas et al. 2018**).

Esta planta está adaptada a las altas altitudes y está extendido en Europa y las Américas y su consumo se ha incrementado durante los últimos 5 años, siendo América del Norte un mercado tradicional que consume cerca del 58% de la producción de fruto fresco, y se observa un aumento del mercados no tradicionales como Europa y China, lo que provocado un incremento en la producción y superficie sembrada en las zonas de cultivo, incluyendo en áreas tropicales y subtropicales (**Fang et al. 2020**).

El cultivo de arándano en macetas es favorable ya que se aprovecha el área, se mejora el control de malezas, y se logra incrementar el crecimiento vegetativo, se puede manejar un volumen de sustrato conocido en un espacio definido, se optimiza la fertilización y el riego, y no está en contacto directo con el suelo lo cual evita la contaminación del sustrato con agentes fitopatógenos (**Cruzat y Mancilla 2010**).

El cultivo de arándano en nuestro país es una nueva alternativa que podría beneficiar la economía agrícola, pues con un potencial de producción de aproximadamente 10 mil kg por ha y un precio promedio de US\$ 12 por kg para el agricultor, se lograría una

rentabilidad alrededor de US\$ 50000 por cada hectárea. Sin embargo, la inversión inicial es alta ya que para el establecimiento de una ha de arándano se necesitará invertir alrededor de US\$ 30000 (**Huamantingo y Marrufo 2016**).

El mercado de frutos de arándano ha experimentado un incremento en la demanda en los últimos 10 años, ubicándolo a nivel mundial como la cuarta fruta de importancia económica, debido a que son considerados productos naturales con muchos beneficios para la salud humana (**Meléndez-Jácome et al. 2021**). Dado que las especies del género *Vaccinium* son consideradas como oxilófitos, debido a su adaptabilidad en ambientes de clima frío con suelos ácidos y nutricionalmente pobres, las zonas altas de Ecuador ofrecen excelentes condiciones edafoclimáticas adecuadas para su explotación del arándano. (**Meléndez-Jácome et al. 2021, Timoshok 2000**), lo que sugiere la apertura de mercado potencial para diversificar los productos agrícolas ofrecidos desde Ecuador como producto exportable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Dada la importancia del cultivo de arándano, varias investigaciones han sido realizadas enfocándose en diferentes tópicos de la producción de este importante rubro agrícola, sin embargo, la información sobre el uso de diferentes sustratos es aún escasa a nivel mundial y más aún en Ecuador.

Debido a la potencialidad de la sabana de Bogotá para el desarrollo de plantaciones de arándano, **Mesa (2015)** realizó un estudio de 28 semanas para caracterizar parámetros fenológicos, crecimiento y producción de los cultivares de arándano “Biloxi” y “Sharpblue”, en una plantación comercial establecida en Guasca (Cundinamarca), demostrándose que el cultivar Sharpblue mostró mayores valores de cobertura, número de tallos basales, área foliar por tallo y tamaño de la hoja, sin embargo, Biloxi mostró mayor altura de planta y número de hojas por tallo. Con relación a las características del fruto se observó que el tamaño y la firmeza fueron similares entre cultivares, variando el tamaño entre 1,2 -1,7 cm en arbustos de un año y entre 1,3 y 1,6 cm en plantas de tres años, mientras que la firmeza varió de 1,7 a 3,2 N en plantas de un año entre y entre 1,5 a 2,3 N en plantas de tres años y tendió a ser ligeramente superior en los frutos de Biloxi en plantas de un año y por último, los grados Brix para ambos cultivares y en ambas edades de plantación, estuvieron entre 12,5 y 14,5° Brix.

En Ecuador, **Lima (2019)** evaluó bajo condiciones de campo abierto las variables de altura de planta, cobertura, número de tallos, longitud del brote, diámetro del brote, número de metámeros del brote, TCA y TCR de la longitud y del diámetro del brote, área foliar del brote e Índice de Área Foliar (IAF) en plantas de arándanos variedad Biloxi en tres pisos altitudinales que variaron desde los 900 m, 1555 m y 2141 m en la provincia de

Loja y adicionalmente se registraron las variables de humedad relativa y temperatura efectiva para medir si existía correlación con las variables de crecimiento. Entre los hallazgos obtenidos por la autora, no se observaron diferencias en cuanto a la altura, longitud del brote, número de tallos y número de metámeros hasta el final de la investigación en los diferentes pisos altitudinales, sin embargo, a mayor altura se detectó mayor área foliar del brote e IAF.

En un estudio realizado por **Álvarez Robledo *et al.* (2020)** con el fin de evaluar el desempeño agronómico de cuatro variedades de arándanos (Biloxi, Bluecrop, Star y Legacy) usando tres sustratos en ensayos independientes en tres localidades ubicadas en un rango de altitud entre 2000 y 3000 msnm. Los resultados mostraron que la variedad Biloxi mostró mayor altura de planta, ramificación y rendimiento en las distintas áreas de establecimiento en las tres localidades evaluadas, principalmente cuando las plantas fueron sembradas en el sustrato a base de turba de pino + turba de bosque + suelo franco-arenoso. De acuerdo con los resultados, los mayores valores observados en todas las variables agronómicas evaluadas en el cultivar Biloxi están influenciados por su potencial genético inherente a la variedad.

Carrillo (2018) evaluó la producción y calidad del fruto de arándano en plantas de 1 año del cv. Biloxi sembradas en bolsas con composta de corteza de pino y cascarilla de arroz (70/30), tezontle y fibra de coco (80/20) y fibra de coco y composta de corteza de pino (60/40) y un tratamiento testigo solo con tezontle de grano fino (< 6 mm). Con este experimento se comprobó el efecto del tipo de sustrato sobre la producción y calidad del fruto, observándose que con el sustrato conformado por tezontle más fibra de coco (80/20) se obtuvo la mayor calidad y rendimiento. Este autor señaló que este tipo de sustrato ofreció una mejor condición física (aireación y retención de agua) y química (suplemento de nutrientes) a las plantas de arándanos, lo que explicó los mejores resultados evidenciados con mayor desarrollo de raíces y de la parte aérea de la planta.

De acuerdo con **Bautista *et al.* (2017)**, la producción de arándanos en México está experimentando una importante expansión, principalmente basada en el uso del cultivar

Biloxi, sin embargo, no siempre se cuenta con plantas de buena calidad fitosanitaria y fisiológica en una de las principales causas de la disminución de la producción. Es por ello que, estos autores evaluaron la inoculación del sustrato con micorrizas, usando un producto comercial (EndosporR) conformado por un complejo de micorrizas comerciales para compararlas con la colonización por micorrizas nativas (*Gaultheria* sp. y una obtenida del arándano silvestre *Vaccinium confertum* Kunth.), observando que la colonización por *Gaultheria* sp. mostró tener un efecto positivo sobre la altura de planta, número de hojas, alcanzando 22,8 cm de longitud en tallo y 17,6 de hojas por planta después de 161 días de trasplante aun cuando la frecuencia e intensidad de colonización de raíces fue relativamente baja (frecuencia de 8,3% e intensidad de 15%), mientras que el producto comercial EndosporR y las micorrizas provenientes de *V. confertum* no tuvieron efecto en las variables de crecimiento y colonización.

1.1. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Origen y distribución del arándano

Vaccinium es un género de plantas que incluyen arbustos terrestres dentro de la familia Ericácea y está conformado de unas 450 especies con amplia distribución geográfica en Norteamérica (con 25% de especies nativas) y en las áreas de altas de Centro y Sur América (aproximadamente 10% de especies nativas), Asia tropical (incluye el 40% de las especies), África y Madagascar (**Song y Hancock, 2011**).

En Suramérica, se han encontrado tres especies: *V. floribundum* Kunth, *V. corymbodendron* Ruiz & Pav. ex Dunal y *V. meridionale* Swartz, las cuales se distribuyen a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia desde altitudes que van desde los 1500 hasta los 4700 m.s.n.m., sin embargo la más ampliamente cultivada corresponde a *V. corymbodendron* y entre estas, la variedad Biloxi (**Meléndez-Jácome et al. 2021**).

Las especies de *Vaccinium* se caracterizan por ser arbustos de baja altura, con hojas simples caducifolias, de forma lanceolada a ovada, su fruto es una baya esférica (0,7-1,5 cm de diámetro), con coloraciones que van desde azul claro hasta negro azulado (Ormazábal *et al.* 2020).

2.2.2. El cultivo de arándano

Varias especies del género *Vaccinium* tienen importancia comercial, principalmente las especies de la sección *Cyanococcus*, donde se incluyen los cultivares de *Vaccinium corymbosum* L. (arándano alto) y *Vaccinium ashei* J.M. Reade (arándano ojo de conejo) y materiales nativos de *Vaccinium angustifolium* Ait. (arándano bajo) (Hancock *et al.* 2008). Las especies de *Vaccinium* más importantes se encuentran en las secciones *Cyanococcus*, *Oxycoccus*, *Vitis-Idaea*, *Myrtillus* y *Vaccinium*, cuya taxonomía aún no ha sido completamente aclarada debido a la compleja serie de poliploidías que se pueden presentar ($x = 12$), la falta general de diferenciación cromosómica y barreras reproductivas que evitan el cruce dentro entre las secciones (Song y Hancock, 2011).

Con relación a la producción y área sembrada, la mayor producción está localizada en América del Norte con el 82,14% de total mundial, seguido de Europa con 16,58%, así mismo el 79,52% de la superficie está concentrada en América y 18,35% en Europa (Fig. 1).

Así en el continente americano solo cuatro países registran una producción significativa, siendo Estados Unidos el principal productor con 45,7 del total del volumen producido en el continente, seguido de Canadá con 26,0%, Perú con 21,1% y México con la menor producción (7,2%) (Fig 2A). Con relación a la superficie sembrada nuevamente la mayor área sembrada se concentra en los Estados Unidos (43,7%) y Canadá (42,8%), mientras que Perú y México tienen el 8,9 y 4,5% de la superficie sembrada del continente (Fig. 2B).

El desarrollo de nuevos cultivares, junto con la aplicación de prácticas hortícolas innovadoras ha permitido el cultivo en zonas no tradicionales, tales como Sudáfrica, España, Marruecos, México, Chile, China, Perú y Argentina se fomenten áreas donde los cultivos templados no eran comunes hace dos décadas (**Bañados 2009**). Entre las prácticas de producción se incluyen los sistemas de producción tales como control del clima, riego preciso, sustratos de siembra y fertilización, así como el manejo especializado de la copa con el fin de aumentar la eficiencia del uso de insumos y acortar la fase juvenil de las plantas, aumentando así la productividad (**Lobos et al. 2018**).

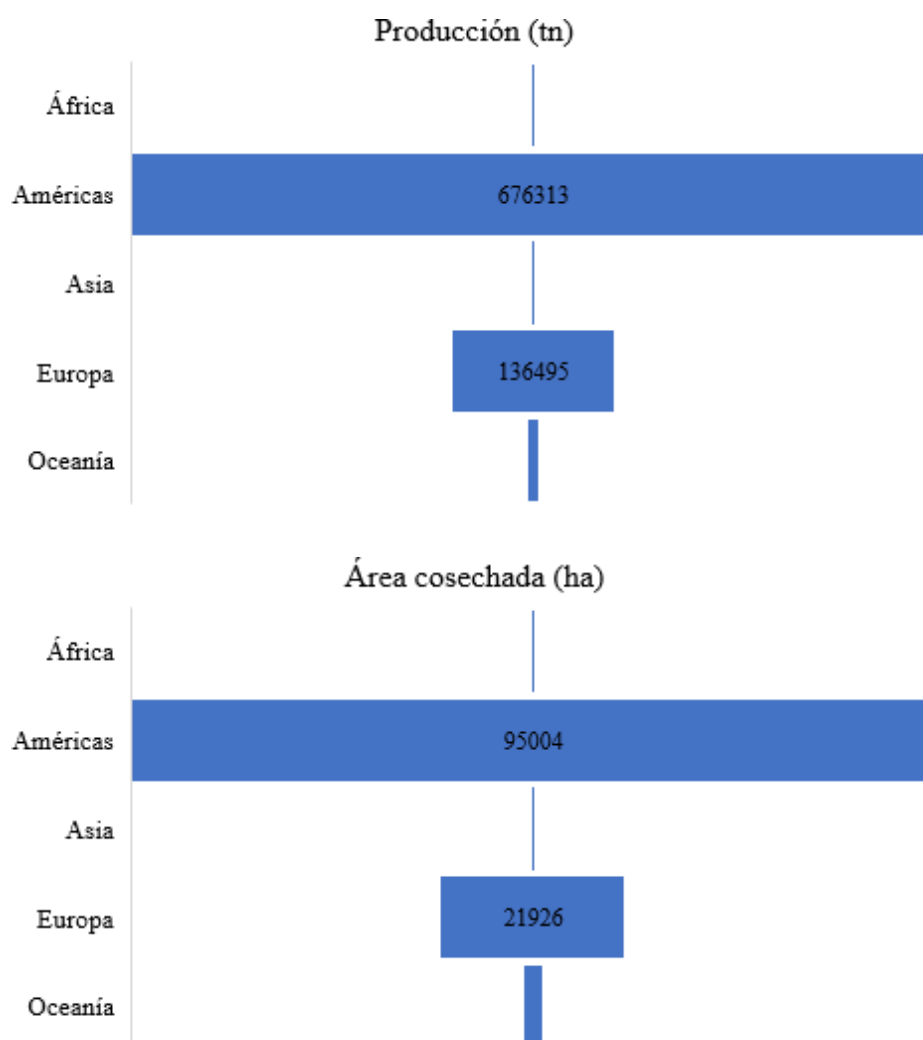


FIGURA 1. PRODUCCIÓN (TN) Y SUPERFICIE SEMBRADA (HA) DE ARÁNDANOS EN LOS DIFERENTES CONTINENTES PARA EL AÑO 2019, SEGÚN FAO.

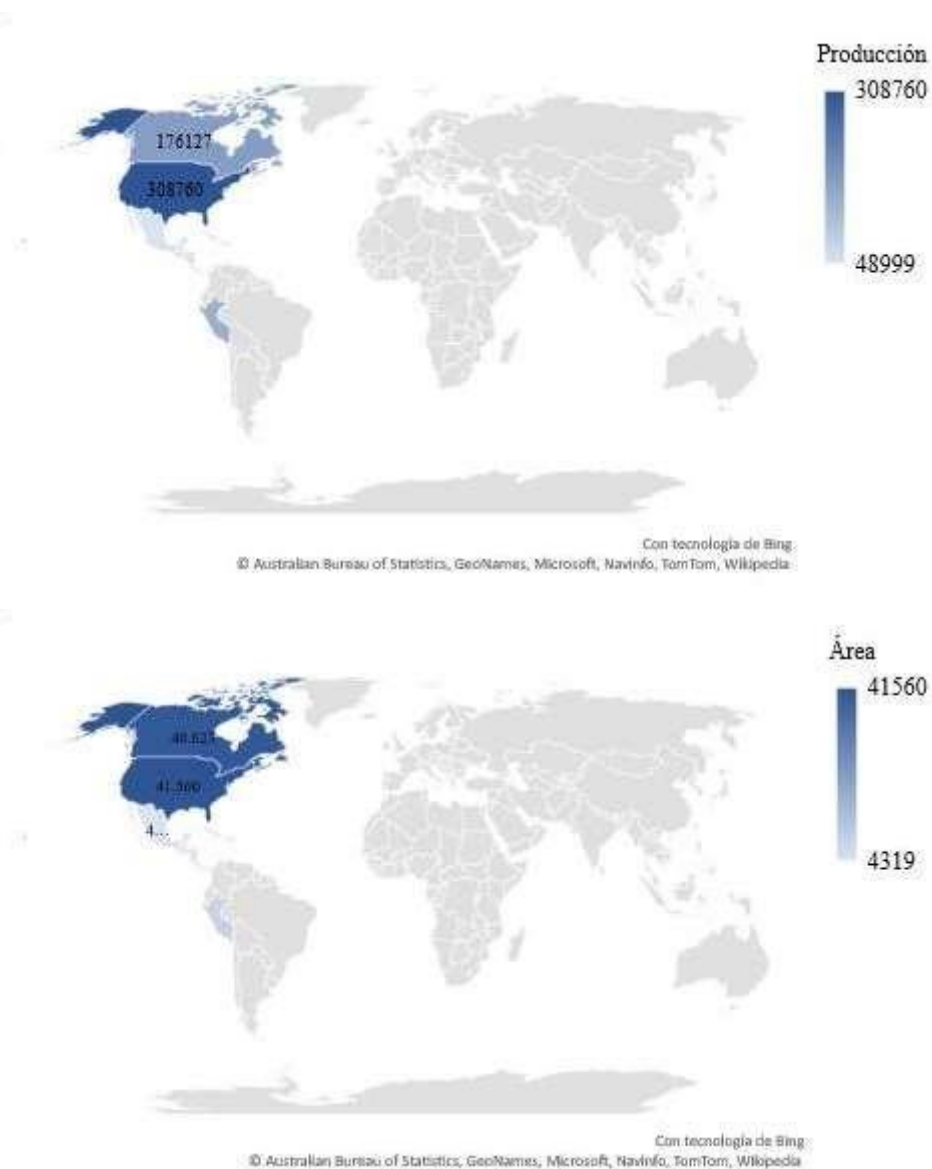


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN (TN) Y SUPERFICIE SEMBRADA EN PAÍSES PRODUCTORES DE ARÁNDANO EN AMÉRICA PARA EL AÑO 2019. (DATOS SEGÚN FAOSTAT, 2021)

La producción de arándanos mediante el uso de sustratos está aumentando en todo el mundo, especialmente en regiones con climas invernales suaves, sin embargo, este sistema de producción requiere ser estudiado, debido a que hasta el presente existe poca información disponible (**Pinto *et al.* 2017**).

2.2.3. Requerimientos edafoclimáticos del arándano

Las especies cultivadas de arándanos se adaptan a zonas donde ocurre una precipitación media anual entre 900 y 1300 mm y temperaturas entre 7 y 33 °C (**Ormazábal et al., 2020**) (**Chamorro y Nates, 2015**). Con relación a los requerimientos de suelo se desarrollan bien en una variedad de texturas que van desde suelos arenosos, franco arenosos hasta suelos de textura arcillosa, pero en general con buena aireación, alto contenido de materia orgánica y de humedad y con pH entre 4 y 5 (**Llambí et al. 2012, Ormazábal et al. 2020**). Adicionalmente, muchas especies de *Vaccinium*, principalmente las silvestres, se distribuyen en zonas de páramos con temperaturas que varían entre 3 a 14 °C y donde los regímenes de lluvia promedio anual se ubica entre 500 y 2000 mm, con una amplia variación de la humedad relativa (**Camacho 2013, Racines-Oliva et al. 2016**).

De acuerdo con **Ormazábal et al. (2020)**, la producción de bayas de arándanos requiere de un buen plan de fertilización orgánica, control de los valores de pH, además que prácticas como aplicación de riego y podas.

Desde el punto de vista práctico, los materiales usados como sustratos para la producción de plantas de arándano producido como cultivo bajo cubierta deben ser relativamente económicos, de fácil acceso y además cubrir los requerimientos físico-químicos del cultivo, por lo tanto el uso de productos y sub-productos agrícolas debe estar adaptado a las condiciones locales de cada zona (**Ochmian et al. 2009**). En vista de que la producción de arándanos en Ecuador es una actividad reciente, no existe mucha información disponible acerca de los requerimientos edafoclimáticos de esta especie.

2.2.4. Uso de sustratos en agricultura

La producción agrícola está enfrentándose a grandes desafíos producto de los problemas de sequía, incremento de las temperaturas extremas, efecto de la toxicidad originada por los productos químicos, además del aumento de la población ha permitido ganar en conciencia sobre la necesidad de consumir productos de calidad para preservar su salud humana (**Putra y Yuliando, 2015**).

Esto ha generado retos a los actuales sistemas de producción agrícola, los cuales deben mejorar la productividad acompañada de productos de mejor calidad y un sistema de gestión de recursos más eficaz, resaltando así el cultivo en estructuras protegidas usando sustratos, que es un método más intensivo y efectivo en la industria agrícola y que garantizan flexibilidad y la intensificación para proporcionar un alto rendimiento de cultivos y obtener productos de alta calidad, incluso en áreas con condiciones de cultivo adversas (**Putra y Yuliando, 2015**). En este sentido, **Pardossi et al. (2011)**, señalaron que el cultivo sin suelo es un término amplio que incluye todas las técnicas para cultivar plantas, ya sea usando sustratos sólidos distintos del suelo o usando una solución nutritiva aireada.

Adicionalmente, los desechos orgánicos, principalmente de origen agrícola se están convirtiendo en parte integral de los sustratos de cultivo de alto rendimiento para respaldar los sistemas de producción sin suelo, debido a la creciente preocupación por el impacto ambiental de los materiales no renovables, como la turba, que es usada ampliamente en convencionales (**Barrett et al. 2016, Zulfiqar et al. 2019**). Los materiales orgánicos pueden ser usados en los sistemas de producción orgánicos y convencionales como acondicionadores del suelo para mejorar la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, la fertilidad y, más recientemente, como reemplazo total o parcial del suelo (**Lévesque et al. 2018**).

De acuerdo con **Gayosso-Rodríguez *et al.* (2016)**, define sustrato como un material sólido usado para lograr el anclaje de la raíz y soporte a la parte aérea de la planta, que es de origen sintético o puede ser obtenido como producto de los residuos de otra actividad, que es usado en forma individual o en mezcla y, por su naturaleza, puede intervenir o no en su nutrición.

Estos sustratos pueden ser distinguidos de acuerdo a su origen y propiedades química (**Martínez y Roca 2011**). Según estos autores, de acuerdo con su actividad química pueden ser inertes o químicamente activos, estos últimos se caracterizan por capacidad de intercambio catiónico (CIC) alta, mientras que por su origen se distinguen como materiales orgánicos naturales, orgánicos sintéticos y minerales ya sean naturales o tratados. En el caso de los sustratos orgánicos de origen natural, para que sean utilizables, generalmente deben ser sometidos a procesos de compostaje y contrariamente los sustratos sintéticos resultan de la industria de los plásticos, y por tanto no son biodegradables (**Martínez y Roca 2011**).

Dependiendo del tipo de sustrato, tendrá características físicas y químicas que definirán propiedades como su capacidad de retención de agua, porcentaje de aireación, que en conjunto favorecen importantes procesos metabólicos y, además influyen sobre la mayor o menor capacidad de incidencia de patógenos (**Oliveira *et al.* 2015**).

De acuerdo con **Barrett *et al.* (2016)**, las características de un sustrato eficiente incluye, por un lado, propiedades físicas, químicas y biológicas necesarias que aseguren el crecimiento saludable de las raíces en un entorno reducido como es un contenedor y, por otra parte, debe cumplir con los requisitos prácticos del sistema de producción en el que se utiliza.

Aunque es bien conocido que un sustrato de cultivo posee una buena estructura física que permite un buen equilibrio entre el aire y el agua durante todo el período de crecimiento y también proporciona un entorno biológico y químico adecuado para las raíces de las

plantas, se ha determinado que estos pueden interactuar de manera diferente cuando se usan solas o combinados con otros materiales, incluidos suelos y sustratos de cultivo convencionales, como turba o fibra de coco (**Messiga et al. 2020**).

Entre los aspectos más importantes a considerar es la sincronía entre el momento de la mineralización de nitrógeno de los sustratos naturales y la demanda de las plantas, para lo que debe tenerse en cuenta que el contenido de nitrógeno en algunos sustratos y el exceso de nitrato (NO_3^-) en el material lixiviado pueden causar contaminación del agua al momento de su eliminación, así como las emisiones de óxido nitroso pueden contribuir a un aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (**Lévesque et al. 2018**), por lo que se requiere hacer una evaluación de los materiales orgánicos utilizados en la producción sin suelo de manera de asegurar buenos rendimientos.

2.2.5. Tipos de sustratos utilizados

a) Fibra de coco + Perlita

La fibra de coco es un producto de desecho de la industria del coco (*Cocos nucifera* L.) que consiste en polvo y fibras cortas derivadas del mesocarpio de la fruta, que similar a la turba proporciona buena aireación a las raíces de las plantas y con una alta capacidad de volver a mojar (**Michel 2010, Arenas et al. 2002**). Este subproducto del fruto de coco se ha usado ampliamente como sustituto de la turba en diferentes sistemas de producción hortícola, floricultura y fruticultura (**Schmilewski 2008**).

Aunque la turba ha sido ampliamente usada en diferentes sistemas agrícolas, en la actualidad está siendo sustituida por materiales de origen orgánico alternativo debido a los altos costos de la turba en comparación con el precio de venta del material vegetal producido con este sustrato (**Arenas et al. 2002**). Sin embargo, los resultados del uso de

fibra de coco son variables y dependen en gran medida del procesamiento y manipulación, lo cual puede afectar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (**Abad et al. 2005**).

Otra ventaja del uso de este subproducto está en su alta disponibilidad puesto que se estima una producción de 50 millones de toneladas de cocos en el mundo, de los cuales el 25% termina como fibra, sin embargo, la producción comercial está geográficamente limitada a África tropical, América y Asia (el 90% del material proviene de Filipinas, Indonesia, India y Sri Lanka), lo cual podría encarecer los costos por transporte (**Barrett et al. 2016**).

Por otra parte, este tipo de sustrato puede liberar sodio y potasio a niveles que pudieran resultar en fitotoxicidad por lo que en muchos casos requiere ser lavado con agua dulce y un tratamiento con nitrato de calcio para disminuir la concentraciones sodio y potasio antes poder ser usado como sustrato, lo que aumenta significativamente el costo económico (**Poulter 2014, Schmilewski 2008**).

Con relación a la perlita, este es un vidrio volcánico amorfo caracterizado por presentar alto contenido de humedad, al calentarse a temperaturas entre 760 y 1.100 °C, la perlita se ablanda y el agua atrapada en la estructura del material se evapora, causando que el material se expanda entre 4 y 20 veces su volumen origina, presentando un color blanco brillante debido a la reflectividad de las burbujas atrapadas (**Delgado Gonzalez 2020**). (Tabla 1).

Tabla 1. Características fisicoquímicas de la perlita

Propiedades físicas		Composición química	
Color	Blanco	SiO ₂	70-80%
Densidad aparente	50-80 Kg/m ³	Al ₂ O ₃	12-16%
Densidad compactada	60-100 Kg/m ³	Na ₂ O	2-5%
pH (en agua)	7-10	K ₂ O	2-5%

Humedad relativa	<2%	CaO	0-2%
Pérdida por calcinación	<1%	MgO	0-1%
Índice de refracción	1,5	Fe ₂ O ₃	0-1%
Temperatura de ablandamiento	de 1150-1250 °C	H ₂ O combinada	<1 %
Temperatura de fusión	1260-1350 °C		
Conductividad térmica	≤ 0,04 W/m.K		
Calor específico	0,84 KJ/kg.K		
Combustibilidad	No combustible		
Asbestos	Libre de asbestos		

Fuente: Arciresa (2015)

b) Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un residuo de cosecha abundante que, al no ser usado, puede producir lixiviado en aguas subterráneas, por lo que su uso en la agricultura como sustrato ha demostrado mejorar las propiedades físicas de los suelos arcillosos por incremento de la porosidad total, conductividad hidráulica, densidad aparente y la resistencia a la penetración, aparte de que su caracterización química demostró altos contenidos de carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo disponible y las bases intercambiables, especialmente el calcio y el magnesio (**Essoka et al. 2014**).

De acuerdo con **Carini et al. (2018)**, la cascarilla de arroz es un material de bajo costo y de gran disponibilidad que ha sido usado con éxito como sustrato de cultivo, sin embargo, este debe ser mezclado con pequeñas cantidades de abono orgánico para así aumentar la capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes minerales lo cual asegura un buen rendimiento del cultivo.

Existen reportes que han demostrado los beneficios del uso de sustratos o enmiendas orgánicas en las características físicas del suelo, la fertilidad y los microorganismos del suelo, lo que a largo plazo tiene un efecto beneficioso en la producción de cultivos. El uso de cascarilla de arroz ha mostrado ser efectiva para el incremento del rendimiento de muchos cultivos como el cowpea y el arroz, lo que permitió disminuir el ataque de *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. hasta un 70% , además de provocar mejoras en el grano de arroz y mayor eficiencia en el uso del agua (**Badar y Qureshi, 2014**).

c) **Pindstrup**

Con el fin de mejorar la producción de arándano han sido fabricado varios sustratos con base en turba, fibra de coco y perlita, los cuales aseguran un control eficiente del pH y además un buen aporte de nutrientes durante las fases de crecimiento vegetativo y del desarrollo de la planta debido al uso de turba de *Sphagnum* y otros componentes. Además, el uso de fibra de coco y/o perlita proporciona una excelente capacidad de drenaje (Pindstrup Mosebrug 2020).

CAPÍTULO III

3.1 HIPÓTESIS

Las mezclas de los diferentes sustratos formulados en condiciones semicontroladas podrían influir en un mejor desarrollo vegetativo, agronómico y físico del cultivo de arándano.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de tres mezclas de sustratos sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi, en la parroquia Montalvo.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento vegetativo del cultivo de arándano variedad Biloxi en las tres mezclas de sustratos.
- Evaluar las características físicas de las tres mezclas de sustratos durante la etapa de crecimiento vegetativo.
- Evaluar la relación Beneficio/Costo de las tres mezclas de sustratos.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

El ensayo experimental se realizó en la parroquia Montalvo perteneciente al Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua ubicado a 2 917 msnm, con las coordenadas (01°22'02''S; 78°36'20'O).

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El área de estudio se ubicó en la provincia de Tungurahua, a 10 km del Cantón Ambato, en la parroquia Montalvo al sur este del citado cantón, con una alturade 2917 msnm.

4.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Materiales

Oficina:

- ✓ Laptop.
- ✓ Cámara.
- ✓ Esfero.
- ✓ Cuadernos.
- ✓ Libros, artículos físicos y digitales.
- ✓ Calculadora.

- ✓ Planilla e registro de datos.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel de oficina.

Invernadero:

- ✓ Plantas de arándano “Biloxi”.
- ✓ Sustrato “Cascarilla de arroz”.
- ✓ Sustrato “Fibra de coco + perlita”.
- ✓ Sustrato “Pindstrup”.
- ✓ Tanques
- ✓ Baldes

Equipos

- ✓ pH-metro.
- ✓ Medidor de conductividad eléctrica.
- ✓ Calibrador pie de rey digital.
- ✓ Sistema de riego (Fertirrigación por espaguetis)
- ✓ Balanza digital.
- ✓ Termohigrómetro digital.
- ✓ Flexómetro.
- ✓ Tensiómetro agrícola.
- ✓ Bomba.

4.4 FACTORES EN ESTUDIO

Sustratos

Tratamientos

T1 = Sustrato (Cascarilla de arroz).

T2 = Sustrato (Pindstrup).

T3 = Sustrato (Fibra de coco + perlita).

Repeticiones

R1

R2

R3

4.5 TRATAMIENTOS

T1R1 Sustrato (Cascarilla de arroz)/R1

T1R2 Sustrato (Cascarilla de arroz)/R2

T1R3 Sustrato (Cascarilla de arroz)/R3

T2R1 Sustrato (Pindstrup)/R1

T2R2 Sustrato (Pindstrup)/R2

T2R3 Sustrato (Pindstrup)/R3

T3R1 Sustrato (Fibra de coco + perlita)/R1

T3R2 Sustrato (Fibra de coco + perlita)/R2

T3R3 Sustrato (Fibra de coco + perlita)/R3

4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño de bloques completamente aleatorizados (DBC) con 3 repeticiones. Una vez registrado los datos de las variables respuestas, estos fueron sometidos a la comprobación de los supuestos de distribución normal (utilizando la prueba de Kolmogorov Smirnov) y se comprobó la homogeneidad de varianza (utilizando la prueba de Levene). Se procedió a realizar un análisis de varianza y para las separaciones de las medias se utilizó la prueba de Tukey para un nivel de significación del 95%. Para

comparar las medias entre tratamientos respecto a la conductividad eléctrica y el pH fue utilizada la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para un nivel de significación del 95%.

4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.7.1 Preparación del sustrato

Se prepararon los diferentes sustratos a utilizar tales como:

Cascarilla de arroz

Se quemó 0,7 m³ de cascarilla de arroz, obteniendo al final del proceso 0,5 m³ y se llenó los 30 baldes con 15 litros cada uno.

Fibra de coco + Perlita

Se procedió a hidratar con 80 litros de agua de lluvia cada uno de los 7 pellets de fibra de coco con la finalidad de disminuir la conductividad eléctrica de 0,5 a 0,2 mS, además incluimos al sustrato 2 kilogramos de perlita haciendo una mezcla homogénea y llenamos 30 baldes con 15 litros cada uno.

Pindstrup

Utilizamos 2 pacas de 48 kg cada una y procedimos a hidratar con 40 litros de agua lluvia por cada paca de sustrato, obteniendo un total de 450 litros de sustrato y llenamos los 30 baldes de 15 litros de cada una.

4.7.2 Elección de las plantas

Se adquirieron en total 90 plantas de arándano de la variedad Biloxi para la investigación de la Pilonera Israel.

4.7.3 Desinfección de las plantas

Se desinfectó con aceite ozonificado (Agrozoil), al momento que realizamos el trasplante, procedimos a retirarlas de sus envases y lavar sus raíces para el trasplante.

4.7.4 Riego

El cultivo de arándano requiere un buen grado de humedad y sus riegos deben ser regulares por lo tanto se instaló un sistema de riego localizado, utilizamos una bomba periférica Hidropump 0.5HP y 4 espaguetis por planta, para que tanto el riego como la fertilización lleguen directamente a la raíz de la planta y tenga una buena nutrición.

4.7.5 Fertilización

Los requerimientos del cultivo de arándano no son tan exigentes en fertilizantes, pero si es sensible al exceso de sales, por tal razón realizamos un programa de fertiirrigación (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles foliares sugeridos de macro y microelementos en arándano (Fuente: Hanson y Hancock)

Nutriente	Deficiencia	Óptimo	Exceso
Macroelementos (%)			
Nitrógeno (N)	<1,70	1,70–2,10	>2,30
Fósforo (P)	< 0,08	0,08–0,40	>0,60
Potasio (K)	< 0,35	0,40–0,65	>0,90
Calcio (Ca)	<0,13	0,30–0,80	>1
Magnesio (Mg)	<0,10	0,15–0,30	Nd
Azufre (S)	Nd	0,12–0,20	Nd
Microelementos (ppm)			
Boro (B)	<18	0,30–0,70	>200
Cobre (Cu)	<5	5-20	Nd
Hierro (Fe)	<60	60-200	>400
Manganeso (Mn)	<25	50-350	>450
Zinc (Zn)	<8	8-30	8-30

La exigencia de los nutrientes es distinta en cada estado fenológico de la planta. Por ejemplo, el nitrógeno es absorbido mayormente en la fase de crecimiento vegetativo, el potasio se requiere en mayor cantidad en el engrosamiento del fruto y el fósforo igual que el calcio en la fase de enraizamiento, brotación y floración. Por tal motivo, se deben elaborar una tabla con cantidades equilibradas en función de la exigencia de cada etapa fenológica del cultivo de arándano.

4.7.6 Plagas y enfermedades

La planta de arándano no es común que tenga plagas, pero no obstante debemos prestar atención a plagas como cochinillas, pulgones, nematodos. En cuanto a enfermedades hay que observar *Botrytis* o podredumbres; especialmente si hay cambio de temperatura. Para prevención se aplicó aceite ozonificado cada tres semanas.

4.8 VARIABLES RESPUESTA

En cada tratamiento se evaluaron las variables: número de brotes, número de hojas, diámetro de brote (mm), altura de la planta (cm), copa, vigor, número de entrenudos, longitud de entrenudos y diámetro del tallo. Cada una de las variables fueron medidas con una frecuencia semanal desde el 13 de octubre de 2020 hasta 04 de marzo de 2021 para un total de 17 evaluaciones.

- a) Número de brotes.
- b) Número de hojas.
- c) Diámetro de brote (mm).
- d) Altura de la planta (cm).
- e) Diámetro de la copa.
- f) Vigor.
- g) Número de entrenudos.
- h) Longitud de entrenudos.
- i) Diámetro del tallo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados, se observó el efecto del tipo de sustrato sobre las variables morfo-fisiológicas de plantas de arándano (Tablas 3-7). En general, el sustrato compuesto por fibra de coco + perlita y la cascarilla de arroz mostraron los mejores resultados durante todas las evaluaciones.

En la primera evaluación, el número de brotes, número de hojas, altura de planta, número y longitud de entrenudos y diámetro de tallos fueron superiores en plantas colocadas sobre fibra de coco + perlita con relación a las plantas trasplantadas en cascarilla de arroz y Pindstrup en los cuales el número de brotes fue 10,4 y 21,9% menor; el número de hojas 13,2 y 14,6% menor, la altura de plantas 8,1 y 25,2%, la longitud de entrenudos 6,0 y 25,2% y el diámetro de tallo 3,4 y 5,6%, respectivamente. Por otra parte, el diámetro de la copa, vigor y número de entrenudos alcanzaron valores superiores en plantas donde se usó cascarilla de arroz solamente (Tabla 3).

Durante las evaluaciones 2 y 3, realizadas a los 28 y 58 días después del trasplante, la mayoría de las variables evaluadas mostraron ser superiores en plantas trasplantadas con cascarilla de arroz, principalmente en cuanto al número de brotes, número de hojas, altura de planta, copa, vigor, número y longitud de entrenudos y diámetro de tallo, mientras que el diámetro de brote no mostró diferencia por efecto del sustrato durante la segunda fecha de evaluación (Tabla 4). Durante la tercera fecha de evaluación todas las variables fueron superiores en las plantas colocadas en cascarilla de arroz (Tabla 5).

Sin embargo, en la cuarta evaluación, cuando habían transcurrido 84 días después del trasplante, se observó un cambio en el comportamiento de las variables, puesto que las

plantas sembradas sobre el sustrato combinado (Fibra de coco + perlita) comenzaron a mostrar valores similares a las plantas crecidas en cascarilla de arroz. Así, se encontró que por lo menos el número de brotes, número de hojas, altura de plantas y longitud de entrenudos fueron similares en ambos tipos de sustratos y estadísticamente superiores a los valores obtenidos en plantas sembradas en Pindstrup (Tabla 6).

Tabla 3. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de *Vaccinium corymbosum* L. a los 14 días posterior al trasplante (Evaluación 1)

Tratamientos	Número de brotes	Número de hojas	Diámetro de brote (mm)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la copa	Vigor	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos	Diámetro del tallo
Cascarilla de arroz	4,90 ab	185,70 b	5,05 a	55,83 a	51,33 a	4,80	13,30 a	1,58	7,75
Pindstrup	4,27 b	182,67 b	3,59 b	45,40 b	34,57 c	4,57	9,13 b	1,53	7,57
Fibra de coco + perlita	5,47 a	213,90 a	4,61 a	60,73 a	44,26 b	4,80	12,37 a	1,68	8,02
Error Estándar	0,13	1,13	0,05	0,62	0,33	0,07	0,05	0,006	0,11

Tratamientos con letras desiguales en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Tabla 4. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de *Vaccinium corymbosum* L. a los 28 días posterior al trasplante (Evaluación 5)

Tratamientos	Número de brotes	Número de hojas	Diámetro de brote (mm)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la copa	Vigor	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos	Diámetro del tallo
Cascarilla de arroz	4,07 a	40,83 a	2,59	27,73 a	19,08 a	4,63 a	4,17 a	0,83 a	3,88 a
Pindstrup	3,87 a	25, 47 b	2,32	18,92 b	10,92 b	4,43 a	2,30 b	0,48 b	2,78 b
Fibra de coco + perlita	2,93 b	27,83 b	2,36	19,40 b	10,78 b	3,80 b	2,07 b	0,51 b	2,82 b
Error Estándar	0,13	1,39	0,08	0,78	0,58	0,07	0,20	0,04	0,13

Tratamientos con letras desiguales en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Tabla 5. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de *Vaccinium corymbosum* L. a los 58 días posterior al trasplante (Evaluación 9)

Tratamientos	Número de brotes	Número de hojas	Diámetro de brote (mm)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la copa	Vigor	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos	Diámetro del tallo
Cascarilla de arroz	4,30 a	66,87 a	3,37 a	36,23 a	26,63 a	4,80 a	7,50 a	1,12 a	4,62 a
Pindstrup	4,27 a	44,70 b	2,72 b	23,57 b	13,88 c	4,50 b	4,73 b	0,85 b	3,39 b
Fibra de coco + perlita	3,20 b	53,23 b	2,55 b	32,77 b	20,47 b	4,87 a	3,50 b	1,00 ab	3,25 b
Error Estándar	0,13	1,91	0,09	0,98	0,81	0,05	0,31	0,04	0,12

Tratamientos con letras desiguales en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Por otra parte, el diámetro de brote, diámetro de copa, número de entrenudos y diámetro del tallo fueron superiores en el tratamiento donde se utilizó la cascarilla de arroz (Tabla 6).

Finalmente, durante la última evaluación, realizada a los 137 días después del trasplante, el comportamiento de las variables continuó mostrando una tendencia similar con relación al efecto de los sustratos, evidenciándose que el número de brotes y número de hojas fue 10,4 y 21,9% superior en plantas sembradas en la mezcla de fibra de coco + perlita con respecto a las sembradas en cascarilla de arroz y Pindstrup, asimismo, el número de hojas resultó ser 14,6 y 13,2% superior. mientras que el diámetro de brote, altura de planta y número de entrenudos no mostraron diferencias significativas entre las plantas sembradas en cascarilla de arroz o con mezcla de sustrato, siendo ambas superiores a los valores observados con el sustrato comercial (Pindstrup). Solo la variable diámetro de la copa resultó ser superior con la cascarilla de arroz. Por último, en cuanto al vigor, longitud de entrenudos y diámetro de tallo resultaron similares en todos los tratamientos (Tabla 7).

Estudios previos han demostrado que tanto el uso como de cascarilla de arroz como la fibra de coco constituyen sustratos adecuados para la producción de diferentes tipos de cultivos. **Quintero et al. (2012)** al evaluar el efecto de ambos tipos de sustrato sobre la productividad de las plantas de clavel, así como peso de ramos, el análisis de tejido vegetal, entre otras variables, observaron que la mayor productividad y peso de ramos fueron alcanzados con el uso de fibra de coco o cascarilla de arroz tostada. Adicionalmente observaron que la fibra de coco provocó la disminución de la incidencia de *Fusarium* demostrándose así que estos materiales permiten mejorar la productividad del clavel.

Con relación al uso de la fibra de coco, **Mariotti et al. (2020)**, demostraron que las plántulas de *Quercus* spp. sembradas en fibra de coco, aunque fueron un poco más pequeñas que las obtenidas a partir de la turba, estas alcanzaron el tamaño estándar, pero mostraron mejor desarrollo y fibrosidad de las raíces. De acuerdo con estos autores, la

fibra de coco puede ser usada como un sustrato alternativo para cultivar plántulas de especies de *Quercus* siempre y cuando las deficiencias nutricionales sean compensadas con adecuados regímenes de fertilización. De manera similar, **Hongpakdee y Ruamrungsri (2017)**, usaron mezcla de fibra de coco pulverizada con cáscara de arroz y otros materiales y evaluaron su efecto sobre el crecimiento y la floración de Petunia híbrido 'Coral Pink Wave' y observaron que el uso de la fibra de coco en forma de polvo en proporciones altas provocó disminución del número de ramas, peso seco de raíz, número de flores, porcentaje de floración y peso seco de la flor, probablemente esto pudo deberse a que algunas mezclas de sustratos no tienen buena aireación ni poros afectando así el crecimiento (**Sandoval et al. 2013**) demostraron que cuando se incrementó la proporción de fibra de coco provocó la disminución del consumo de agua y consecuentemente mejoró la Eficiencia del Uso de Agua (EUA), además se obtuvo el mayor índice de germinación y mayor biomasa aérea y de raíz en plantas de *Lolium multiflorum* L. y no hubo indicios de efectos fitotóxicos.

En los últimos años, la fibra de coco está siendo usada como sustrato sustituto de la turba debido a su disponibilidad, bajo costo y principalmente por sus propiedades físicas para la preparación de mezclas para cubiertas verdes extensivas, las cuales deben tener bajo peso, baja compactibilidad y buena permeabilidad, entre otras características y cuyas características tales como porosidad total, permeabilidad y capacidad de retención de agua fueron mejoradas con la adición de fibra de coco (**López-Lopez et al. 2014**). Sin embargo, esta puede llegar a presentar mayor pH y menor capacidad de intercambio catiónico (CIC) con relación a la turba; motivo por el cual debe ser procesado, lo que compromete sus propiedades biológicas, químicas o físicas del material en comparación con la turba (**Landis et al., 2014; Barrett et al., 2016**).

Tabla 6. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de *Vaccinium corymbosum* L. a los 84 días posterior al trasplante (Evaluación 13)

Tratamientos	Número de brotes	Número de hojas	Diámetro de brote (mm)	Altura de la planta (cm)	Copa	Vigor	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos	Diámetro del tallo
Cascarilla de arroz	94,16 a	94,17 a	4,07 a	44,35 a	37,18 a	4,67	8,23 a	1,22 a	5,34 a
Pindstrup	71,73 b	71,73 b	3,26 b	28,20 b	23,30 b	4,77	6,73 b	1,07 b	4,46 b
Fibra de coco + perlita	105,17 a	105,17 a	3,41 b	42,93 a	33,17 b	4,70	6,77 b	1,37 a	4,47 b
Error Estándar	0,096	2,81	0,09	1,17	0,95	0,05	0,29	0,04	0,12

Tratamientos con letras desiguales en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Tabla 7. Influencia del tipo de sustrato sobre variables morfo-fisiológicas de plantas de *Vaccinium corymbosum* L. a los 137 días posterior al trasplante (Evaluación 17)

Tratamientos	Número de brotes	Número de hojas	Diámetro de brote (mm)	Altura de la planta (cm)	Copa	Vigor	Número de entrenudos	Longitud de entrenudos	Diámetro del tallo
Cascarilla de arroz	4,90 b	182,67 b	5,05 a	55,83 a	51,33 a	4,80	13,30 a	1,58	7,75
Pindstrup	4,27 b	185,70 b	3,59 b	45,40 b	34,57 c	4,57	9,13 b	1,53	7,57
Fibra de coco + perlita	5,47 a	213,90 a	4,60 a	60,73 a	44,27 b	4,80	12,37 a	1,68	8,02
Error Estándar	0,22	5,90	0,13	1,39	1,24	0,06	0,62	0,05	0,22

Tratamientos con letras desiguales en una misma columna, difieren según la prueba de Tukey para $p < 0.05$.

De acuerdo con **Lozano Rojas (2020)**, la cascarilla de arroz, junto con otros residuos de la agroindustria (cáscara de yuca, bagazo de caña de azúcar, entre otros) constituyen fuentes que ayudan a mejorar las características físicas del suelo facilitando la aireación y la retención de humedad e incluso usados en la fabricación de abono orgánico puede aportar óptimos contenidos de macro y micronutrientes para el suelo, constituyendo así una excelente estrategia para la mitigación de la contaminación agroindustrial.

También existen estudios donde se usa la cáscara de arroz compostado adicionando diferentes tipos de microorganismos. **Thiyageshwari et al. (2018)**, al evaluar el efecto del compost de cáscara de arroz tratado con la bacteria celulolítica *Enhydrobacter* o con *Aspergillus* sp. sobre el crecimiento de *Vigna mungo* en dos tipos de suelo (Typic Haplustalf y Typic Rhodustalf) obteniéndose un incremento del rendimiento de grano del 16% en el suelo típico de Haplustalf y del 17% en el suelo típico de Rhodustalf, además de un incremento en el contenido de proteína cruda.

Un estudio comparativo de las propiedades físicas de varios sustratos de uso común en horticultura se encontró que tanto la fibra de coco como la cascarilla de arroz presentaron alto porcentaje de porosidad total similares (81,8 y 84,8%), mientras que en cuanto a la porosidad de aireación, la fibra de coco presentó 16,3% mientras que la cascarilla fue significativamente mayor (68,2%), sin embargo la fibra de coco mostró una mayor capacidad de retención de humedad (65,5%) en comparación con 16,6% en la cascarilla de arroz (**Pire y Pereira 2003**).

En general estos sustratos mostraron menor conductividad eléctrica: 0,11 y 0,19 mS/cm en la fibra de coco + perlita y cascarilla de arroz, respectivamente, mientras que Pindstrup tuvo un valor de 0,21 mS/cm (Tabla 8). Con relación al pH, el mayor valor fue observado en la fibra de coco + perlita, lo cual pudo también contribuir con los resultados (Tabla 8). De manera similar **Vélez-Carvajal et al. (2014)** observaron que la conductividad eléctrica disminuyó en sustratos con mayor proporción de fibra de coco y cascarilla de arroz en un sistema de cultivo de plantas de clavel cv. Delphi.

Esto además estaría en consonancia con el objetivo de la industria agrícola, la cual debe asegurar la producción a niveles exigidos por los consumidores y que además satisfaga sus

requerimientos de calidad. Es por ello que, el uso de sustratos permite mejorar el control del entorno de crecimiento y evitar incertidumbres con relación al agua y nutrientes del suelo (Putra y Yuliando 2015).

Tabla 8. Efecto de tres tipos de sustratos confeccionado para arándano variedad Biloxi sobre la conductividad eléctrica (mS/cm) y pH a los 142 días posterior al trasplante.

Sustratos	Conductividad eléctrica (mS/cm)		pH	
	Media real	Rangos promedios	Media real	Rangos promedios
Cascarilla de arroz	0,19	51,42 a	5,75	31,33 b
Pindstrup	0,21	62,17 a	5,77	29,67 b
Fibra de coco + perlita	0,11	22,92 b	5,89	75,50 a

Tratamientos con letras diferentes en una misma columna, difieren estadísticamente según la prueba H de Kruskal Wallis para $P < 0.05$.

Con relación a la relación costo-beneficio obtenido por el uso de los diferentes sustratos se observaron valores similares, sin embargo, el valor más alto de esta relación fue obtenido con fibra de coco + perlita seguido del sustrato hecho a base de cascarilla de arroz (Tabla 10).

Tabla 9. Relación Costo/Beneficio

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO					
Tratamiento	Número de plantas	Egresos	Ingresos	Utilidad	Relación B/C
Cascarilla de arroz (T1)	30	268,43	600,00	331,57	2,24
Pindstrup (T2)	30	328,43	690,00	361,57	2,10
Fibra de coco + perlita (T3)	30	330,43	750,00	419,57	2,27
Total de utilidad					1112,71

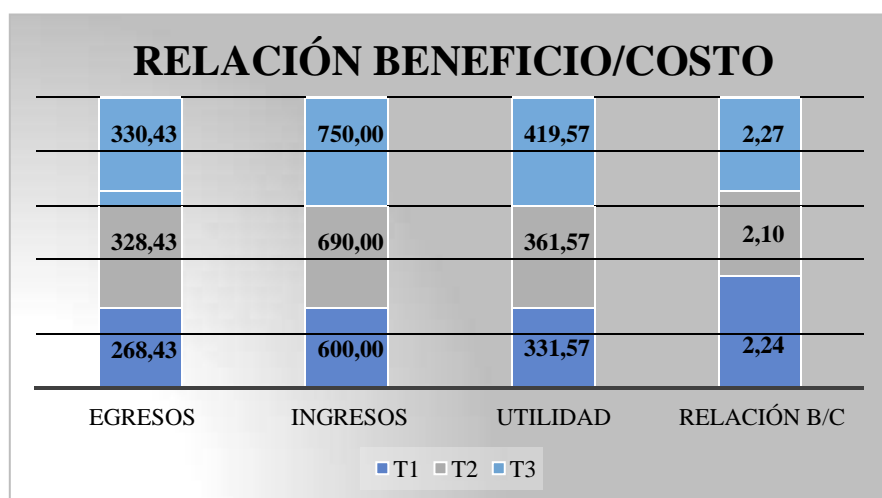
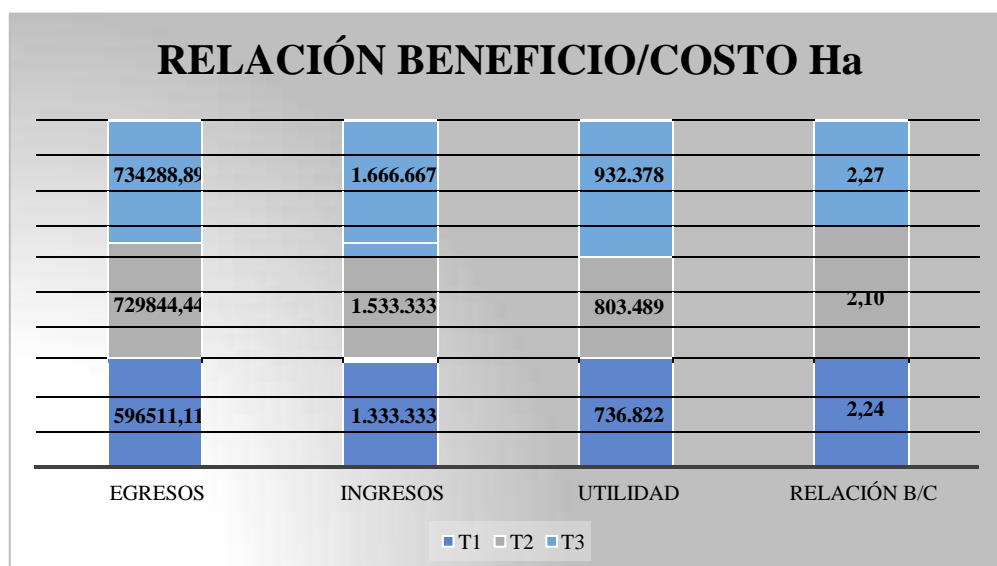


Tabla 10. Relación Costo/Beneficio por hectárea

La relación B/C muestra información para decidir sobre la factibilidad de los tratamientos usado, en ese sentido, si la relación B/C es mayor que 1 se considera que el tratamiento aplicado es aceptable, mientras que si esta relación resulta en un valor cercano a 0 indica que el tratamiento no debería ser considerado. En tal sentido y de acuerdo con los resultados

obtenidos de relación Beneficio-Costo en el presente estudio se determinó que el uso de los tres tratamientos sugiere que el mejor con mayores beneficios es el tratamiento 3 (Fibra de coco + perlita) en los que se esperaría que por cada dólar invertido se obtendrá un beneficio de 2,27; posteriormente el tratamiento 1 (Cascarilla de arroz) con un beneficio de 2,24 dólares; mientras que con el uso del tratamiento 2 (Pindstrup), el beneficio sería ligeramente inferior.

RELACIÓN BENEFICIO/COSTO Ha					
Tratamiento	Número de plantas/ha	Egresos	Ingresos	Utilidad	Relación B/C
Cascarilla de arroz (T1)	66666,67	596.511,11	1.333.333	736.822	2,24
Pindstrup (T2)	66666,67	729.844,44	1.533.333	803.489	2,10
Fibra de coco + perlita (T3)	66666,67	734.288,89	1.666.667	932.378	2,27
Total de utilidad por ha					2.472.689



El análisis del costo-beneficio permite evaluar la idoneidad y conveniencia de las alternativas de manera de seleccionar la mejor o más rentable. Este análisis utiliza técnicas

de gerencia y de finanzas que muestran los costos y beneficios en unidades de medición estándar, usualmente monetarias, que permiten comparar las alternativas bajo estudio (**Hinojosa et al. 2020**).

Resultados similares fueron obtenidos por **Telenchana (2018)** quien, de acuerdo con el análisis económico encontró que el uso de sustrato compuesto por 50% de cascarilla de arroz + 50% de compost alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,27, en relación con el uso de Pindstrup donde se obtuvo un 0,17 de beneficio. Así mismo, **Salazar y Sánchez (2013)** determinaron una relación beneficio/costo de 1,54 en un estudio con el fin de proponer mejoras logísticas y tecnológicas para el manejo de sustratos de cascarilla de arroz como alternativa en los cultivos de clavel de la Sabana de Bogotá.

Finalmente, **Quiñonez (2014)** obtuvieron una relación B/C de 1,89 usando fibra de coco demostrando que el uso de fibra de coco como sustrato alterno provoca un mayor ingreso en comparación con el sustrato convencional en la producción de plantas de flor de pascua.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1- El mayor crecimiento vegetativo expresado en los valores de las variables morfo-fisiológicas número de brotes, número de hojas, diámetro de brote, altura de la planta, copa, vigor, número de entrenudos, longitud de entrenudos y diámetro del tallo fueron superiores cuando se utilizó los sustratos compuestos por fibra de coco más perlita y la cascarilla de arroz durante todas las evaluaciones.
- 2- Las características fisicoquímicas de los sustratos compuestos tanto por la fibra de coco + perlita como la cascarilla de arroz fueron las que mejores propiedades físicas mostraron durante el crecimiento de las plantas de arándanos.
- 3- Al utilizar sustratos formulados a base de fibra de coco y perlita se obtuvieron las mayores utilidades durante el crecimiento de las plantas de arándanos.

RECOMENDACIONES

- 1- Utilizar sustratos compuestos por fibra de coco más perlita o la cascarilla de arroz para la producción de plantas de arándano en la provincia de Tungurahua para favorecer el crecimiento y desarrollo vegetativo.
- 2- Determinar cómo responden otras variedades de arándanos en estos mismos sustratos.
- 3- Realizar estudios de la influencia de los sustratos sobre la parte reproductiva, rendimiento y sus componentes.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

Abad, M; Fornes, F; Carrión, C; Noguera, V; Noguera, P; Maquieira, Á; Puchades, R. 2005. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. *HortScience* 40(7):2138-2144. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.40.7.2138>.

Álvarez Robledo, YA; Oliva Cruz, M; Collazos Silva, R; Vilca Valqui, NC; Huamán Huamán, E. 2020. Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro* 32(3):187-194.

Arenas, M; Vavrina, CS; Cornell, JA; Hanlon, JA; Hochmuth, GJ. 2002. Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37(2):309-312. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.37.2.309>.

Badar, R; Qureshi, SA. 2014. Composted rice husk improves the growth and biochemical parameters of sunflower plants. *Journal of Botany* :427648. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/427648>.

Bañados, MP. 2009. Expanding blueberry production into non-traditional production areas: Northern Chile and Argentina, Mexico and Spain. *Acta Horticulturae* 810:439-444. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2009.810.57>.

Barrett, GE; Alexander, PD; Robinson, JS; Bragg, NC. 2016. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review (en línea). *Scientia Horticulturae* 212:220-234. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.030>.

Bautista, JM; Posadas, L; Urbina, J; Larsen, J; Segura, S. 2017. Colonización por micorrizas en la producción de plántulas en vivero de arándano (*Vaccinium* spp.) cv Biloxi. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(3):695-703. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.42>.

Camacho, M. 2013. Los Páramos Ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Anales de la Universidad Central del Ecuador* 372:76-92.

Carini, F; Marins Nogueira Peil, R; Nachtigal Marques, G; Grolli, PR; Schmidt De Souza, R. 2018. Organic compost addition to raw rice husk substrate for tomato (*Solanum lycopersicum*) hybrid variety cultivation in a leach recirculating system. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12(1):94-103. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v>.

Carrillo, E. 2018. Producción de arándano hidropónico en sustrato orgánico e inorgánico. s.l., UNiversidad Autónoma de Nayarit. .

Delgado Gonzalez, JF. 2020. Evaluación de mezclas de concreto liviano de baja densidad, elaboradas con perlita expandida como agregado (en línea). s.l., Universidad de San Carlos de Guatemala. 1-75 p. Disponible en <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6ARTÍCULO-III-INDESA-SIE.pdf>.

Essoka, AN; Essienetok, EU; Essoka, EU; Agba, OA. 2014. Characterization and Rate of Rice Husk Application for Crop Production. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 7(5):44-47. DOI: <https://doi.org/10.9790/2380-07544447>.

Fang, Y; Nunez, GH; da Silva, MN; Phillips, DA; Munoz, PR. 2020. A review for southern highbush blueberry alternative production systems. *Agronomy* 10(10):1-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10101531>.

Gayosso-Rodríguez, S; Borges-Gómez, L; Villanueva-Couoh, E; Estrada-Botello, AA; Garruña-Hernández, R. 2016. Sustratos para producción de flores. *Agrociencia* 50(5):617-631.

Hancock, JF; Lyrene, P; Finn, CE; Vorsa, N; Lobos, GA. 2008. Blueberries and Cranberries. *In Hancock, JF (ed.)*. Dordrecht, The Netherlands, Springe Kluwer Academic Publishers. p. 2-31 DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9-4>.

Hinojosa, SA; Mascle-Allemand, AL; Vieitez Martínez, D. 2020. Análisis Costo-Beneficio integral para evaluar la conveniencia de aplicar esquemas de asociaciones público-privadas en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, Banco Interamericano de Desarrollo. 1-

95 p.

Hongpakdee, P; Ruamrungsri, S. 2017. Coconut coir dust ratio affecting growth and flowering of potted petunia hybrids. *Acta Horticulturae* 1167(August):369-374. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1167.53>.

Landis, TD; Jacobs, DF; Wilkinson, KM; Luna, T. 2014. Growing media. *In Wilkinson, KM; Landis, TD; Haase, DL; Daley, BF; Dumroese, RK (eds.)*. s.l., s.e. p. 101-122.

Lévesque, V; Rochette, P; Ziadi, N; Dorais, M; Antoun, H. 2018. Mitigation of CO₂, CH₄ and N₂O from a fertigated horticultural growing medium amended with biochars and a compost (en línea). *Applied Soil Ecology* 126(December 2017):129-139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.02.021>.

Lima, A. 2019. Crecimineto y desarrollo vegetativo de arándano ANO (*Vaccinium corymbosum* L. Var. Biloxi), en tres pisos altitudinales de provinica de Loja (en línea). s.l., Universidad Nacional De Loja. 64 p. Disponible en [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS WILSON FERNANDO.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf).

Llambí, LD; Soto, A; Célleri, R; De Bievre, B; Ochoa, B; Borja, P. (2012). Ecología, Hidrología y Suelos de Páramos (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56475.pdf>.

Lobos, TE; Retamales, JB; Ortega-Farías, S; Hanson, EJ; López-Olivari, R; Mora, ML. 2018. Regulated deficit irrigation effects on physiological parameters, yield, fruit quality and antioxidants of *Vaccinium corymbosum* plants cv. Brigitta (en línea). *Irrigation Science* 36(1):49-60. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00271-017-0564-6>.

López-Lopez, N; Calaza- Martínez, P; Pérez-Alborés, R.; López-Fabal, A. 2014. Uso de fibra de coco como componente de mezclas para cubiertas verdes . IX jornadas de sustratos . *In Actas de Horticultura 67.XI Jornadas de Sustratos de la SECH*. Ansorena, J; Merino Merino, D (eds.). Gipuskoa, Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. p. 88-93.

Lozano Rojas, CL. 2020. Alternativa de usos de la cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria (en línea). Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD :67. Disponible en

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33698/cllozanor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Mariotti, B; Martini, S; Raddi, S; Tani, A; Jacobs, DF; Oliet, JA; Maltoni, A. 2020. Coconut coir as a sustainable nursery growing media for seedling production of the ecologically diverse quercus species. *Forests* 11(5):4-7. DOI: <https://doi.org/10.3390/F11050522>.

Martínez, P-F; Roca, D. 2011. Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. In *Flórez, R (ed.)*. Bogotá, Editorial Universidad Nacional de Colombia. p. 37-77.

Meléndez-Jácome, MR; Flor-Romero, LE; Vásquez-Castillo, WA; Racines-Oliva, MA. 2021. *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere *Vaccinium*. *Scientia Agropecuaria* 12(1):109-120.

Mesa, P. 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). s.l., Universidad Militar Nueva Granada. 1-90 p.

Messiga, AJ; Hao, X; Dorais, M; Bineng, CS; Ziadi, N. 2020. Supplement of biochar and vermicompost amendments in coir and peat growing media improves N management and yields of leafy vegetables. *Canadian Journal of Soil Science* 14(August):1-14. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjss-2020-0059>.

Michel, J-C. 2010. The physical properties of peat: a key factor for modern growing media. *Mires and Peat* 6:1-6.

Ochmian, I; Grajkowski, J; Mikiciuk, G; Ostrowska, K; Chełpiński, P. 2009. Mineral composition of high blueberry leaves and fruits depending on substrate type used for cultivation. *Journal of Elementology* 14(3):509-516. DOI: <https://doi.org/10.5601/jelem.2009.14.3.09>.

Oliveira, AKM; Souza, SA; Souza, JS; Carvalho, JMB. 2015. Temperature and substrate influences on seed germination and seedling formation in *Callisthene fasciculata* Mart. (*Vochysiaceae*) in the laboratory. *Revista Árvore* 39(3):487-495. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300009>.

Ormazábal, YM; Mena, CA; Cantillana, JC; Lobos, GE. 2020. Characterization of farm fields of Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) according to technological level. The case of the Maule region, Chile. *Informacion Tecnologica* 31(1):41-52. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100041>.

Pardossi, A; Carmassi, G; Diara, C; Incrocci, L; Maggini, R; Massa, D. (2011). Fertigation and substrate management in closed soilless culture (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://www.euphoros.wur.nl/NR/rdonlyres/FF27AE41-038D-41D1-BEEF-B2CEB534E7B4/169519/Deliverable15WP3_UNIPIfinal27_07_2012withfrontpage.pdf.

Pindstrup Mosebrug. 2020. Sustratos Pindstrup Para Arándanos (en línea, sitio web). Disponible en https://pindstrup.com/media/Pindstrup_Blueberry_Substrates_-_ES_-_A4_-_19W15_-_low-res.pdf.

Pinto, RM; Mota, M; Oliveira, CM; Oliveira, PB. 2017. Effect of substrate type and pot size on blueberry growth and yield: First year results. *Acta Horticulturae* 1180:517-522. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1180.73>.

Pire, R; Pereira, A. 2003. Propiedades físicas de componentes de uso común en la horticultura del Estado Lara, Venezuela: propuesta metodologica. *Bioagro* 15(1):55-63.

Poulter, R. 2014. Quantifying differences between treated and untreated coir substrate. *Acta Horticulturae* 1018:557-564. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1018.61>.

Putra, PA; Yuliando, H. 2015. Soilless Culture System to Support Water Use Efficiency and Product Quality: A Review (en línea). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 3:283-288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.054>.

Quiñonez, M. 2014. Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de pascua (*Euphorbia pulcherrima*; WILD.EX KLOTSCCH) para exportación; Agroindustrias Jovisa, San Miguel Dueñas, Sacatepequez (2007-2010) Estudio de Caso (en línea). s.l., Universidad Rafael Landívar. 66 p. Disponible en <http://www.springer.com/series/15440%0Apapers://ae99785b-2213-416d-aa7e-3a12880cc9b9/Paper/p18311>.

Racines-Oliva, MA; Hidalgo-Verdezoto, MR; Vasquez-Castillo, WA. 2016. Domesticación de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth.): frutal andino con gran potencial para la

industria alimenticia. *Agronomía Colombiana* 34:51-53. DOI: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58296>.

Salazar, D; Sánchez, M. 2013. Propuestas de mejora del manejo logístico y tecnológico de sustratos con cascarilla de arroz usados en los cultivos de clavel en la sabana de Bogotá, con el apoyo de Asocolflores (en línea). s.l., Pontificia Universidad Javeriana. 172 p. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/imre.12028/abstract>.

Salgado-Vargas, C; Sánchez-García, P; Volke-Haller, VH; Colinas-León, MTB. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *Agrociencia* 52(2):231-239.

Sandoval, M; Zapata, M; Celis, J; Quezada, C; Capulín, J; Solís, A. 2013. Efecto de la aplicación de fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) en el almacenamiento y eficiencia del uso del agua en un Alfisol, sembrado con ballica (*Lolium multiflorum* L.) y en la toxicidad en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Agro Sur* 41(3):1-11. DOI: <https://doi.org/10.4206/agrosur.2013.v41n3-01>.

Schmilewski, G. 2008. The role of peat in assuring the quality of growing media. *Mires and Peat* 3(2):1-8 (en línea). *Mires and Peat* 3:1-8. Disponible en http://mires-and-peat.net/map03/map_03_02.pdf.

Song, G-Q; Hancock, JF. 2011. *Vaccinium*. In *Kole, C (ed.)*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag. p. 197-221 DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16057-8>.

Telenchana, J. 2018. Evaluacion de Sustratos Alternativos a Base de Cascarilla de Arroz y Compost en Plastulas de Pimiento (en línea). s.l., Universidad Técnica de Ambato. 77 p. Disponible en [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188 Ingeniería Agronómica -CD 557.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27192/1/Tesis-188%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20557.pdf).

Thiyageshwari, S; Gayathri, P; Krishnamoorthy, R; Anandham, R; Paul, D. 2018. Exploration of rice husk compost as an alternate organic manure to enhance the productivity of blackgram in typic haplustalf and typic rhodustalf. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15(2). DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15020358>.

Timoshok, EE. 2000. The ecology of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) in Western Siberia. *Russian Journal of Ecology* 31(1):8-13. DOI:

<https://doi.org/10.1007/BF02799719>.

Vélez-Carvajal, NA; Melo-Martínez, SE; Flórez-Roncancio, VJ. 2014. Comportamiento de Ca, Mg y S En un sistema de cultivo sin suelo para clavel. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 20(2):171-185. DOI: <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.10.038>.

Zulfiqar, F; Allaire, SE; Akram, NA; Méndez, A; Younis, A; Peerzada, AM; Shaukat, N; Wright, SR. 2019. Challenges in organic component selection and biochar as an opportunity in potting substrates: a review (en línea). *Journal of Plant Nutrition* 42(11-12):1386-1401. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1617310>.

ANEXOS



Lavado del sustrato de la fibra de coco



Preparación del sustrato Pindstrup



Desinfección con Ozono a las plantas antes de ser trasplantadas.



Trasplante en macetas de 15 litros.



Obtención de datos



Recolección de datos de pH y conductividad eléctrica



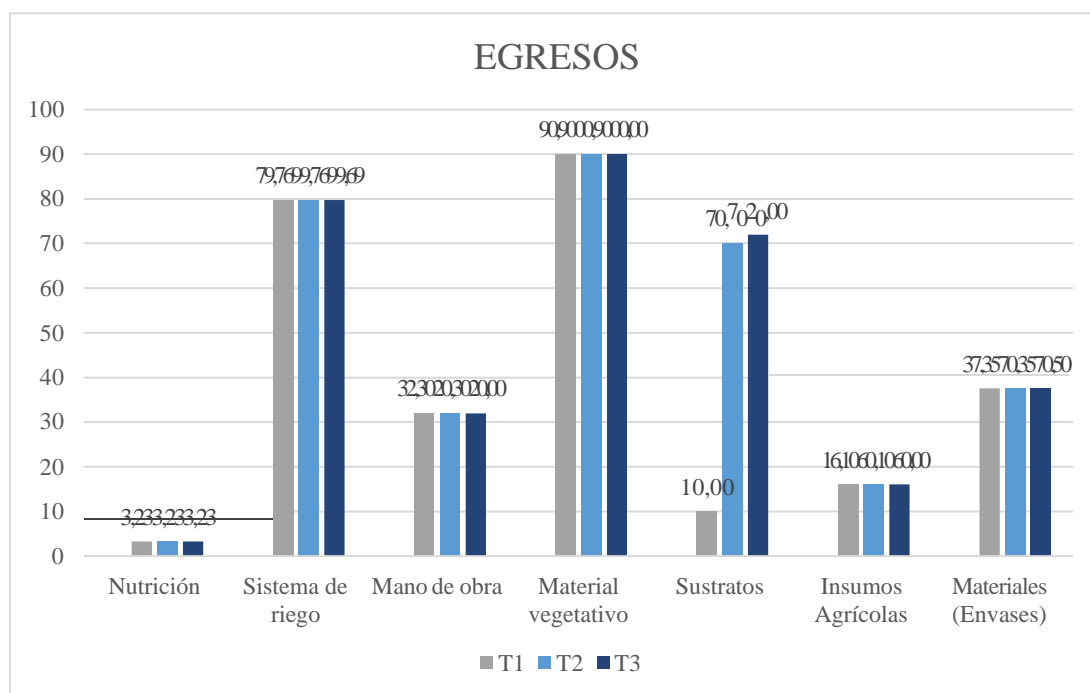
Resultados obtenidos

Costos de producción

Actividad	Cantidad	Unidad	P. Unitario (\$)	P. Total (\$)
Material vegetativo	90	Planta	3.00	270.00
Cascarilla de arroz	5	Sacos	2.00	10.00
Pindstrup	2	Pacas	35.00	70.00
Fibra de coco	7	Pellets	6.00	42.00
Perlita	50	Libras	0.60	30.00
Baldes	90	Litros	1.25	112.50
Ozono	1	Litro	18.00	18.00
JP1	3	Litro	10.00	30.00
Mano de obra	8	Jornal	12.00	96.00
Manguera negra ciega 16mm	1	Rollo	16.00	16.00
Manguera Spaguetti negra 3/5 (500m)	1	Rollo	88.48	88.48
Conector inicial 16mm	90	Unidad	0.14	12.60
Válvula Flex 16mm	5	Unidad	0.80	4.00
Estacas 15cm	240	Unidad	0.20	48.00
Bomba periférica Hidropump 0.5HP	1	Unidad	50.00	50.00
Tanque	1	Litros	20.00	20.00
Nitrato Potasio	3.25	Libras	1.00	3.25
Nitrato Amonio	2.03	Libras	0.30	0.61
Nitrato Calcio	0.60	Libras	0.35	0.21
Superfosfato Triple	0.40	Libras	0.35	0.14
Fosfato Monopotásico	0.35	Libras	1.25	0.44
13-40-13	0.45	Libras	0.41	0.18
Sulfato de Magnesio	1.46	Libras	0.35	0.51
Quelato Hierro	0.52	Libras	8.00	4.16
Micronutrientes	0.04	Libras	5.00	0.20
TOTAL				927.28

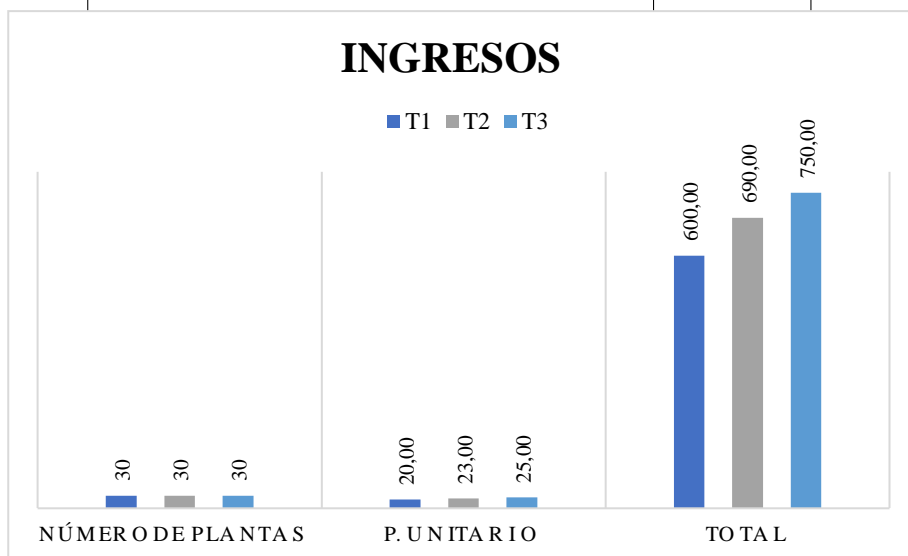
Egresos

EGRESOS								
Tratamiento	Nutrición	Sistema de riego	Mano de obra	Material vegetativo	Sustratos	Insumos Agrícolas	Materiales (Envases)	Total
T1	3,23	79,69	32,00	90,00	10,00	16,00	37,50	268,42
T2	3,23	79,69	32,00	90,00	70,00	16,00	37,50	328,42
T3	3,23	79,69	32,00	90,00	72,00	16,00	37,50	330,42
TOTAL								927,26



Ingresos

INGRESOS			
Tratamiento	Número de plantas	P. Unitario	Total
T1	30	20,00	600,00
T2	30	23,00	690,00
T3	30	25,00	750,00
TOTAL			2040,00





AGROZOIL CÍA. LTDA.

Ficha Técnica del Aceite Ozonizado.

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Contiene Ozono.

Mezcla de aceites vegetales de origen de palma, soya, piñón e higuierilla.

- Producto orgánico.

Descripción del producto:

Consistencia aceitosa de origen vegetal.

Color amarillo

Olor neutro.

Aspecto: sólido con viscosidad.

Planta procesadora de aceites vegetales con ozono.

AGROZOIL fabricante de fungicida agrícola de mezcla de Aceites vegetales incorporando Ozono siendo una alternativa innovadora agroecológica con finalidad de controlar la presencia de agentes patógenos en los cultivos agrícolas. El ozono actúa como un oxidante y desinfectante del medio eliminando virus, hongos, bacterias, esporas y otros microorganismos. El producto elaborado por Agrozol trabaja como un fungicida orgánico y a su vez con efectividad a ciertos insectos de cuerpo blando y dando una respuesta positiva a la plata de bioestimulantes activando genes de resistencia de la planta contra los patógenos.

El producto requiere el uso emulsificante para realizar aplicaciones a nivel de campo con un porcentaje del 8 al 10% del volumen total de aceite.

Aplicaciones en cultivos agrícolas:

Banano, plátano, cacao, papaya, uva, pitahaya, entre otros.

Consideraciones en manipulación de producto

- No existe peligro de toxicidad con uso y manipulación del producto.
- Trabajar en lugares seguros.
- Evitar almacenar el producto en ambientes con altas temperaturas (ideal 20-25 grados centígrados).
- Lugar seco y con protección de la radiación solar.
- Manipulación: evitar derrames de producto tener material absorbente para impedir a dispersión del aceite en la superficie.
- Evitar presencia de productos oxidante, comburentes e inflamables.

Importante considerar

No realizar mezcla de aplicación del aceite ozonizado con otros productos agrícola como fungicidas, insecticidas, fertilizante o bioestimulantes. Ya que pueden disminuir la eficiencia del producto con ozono y generar componentes tóxicos para la planta.

Información General de Ozono

El aceite elaborado por AGROZDIL contiene ozono y alto contenido de peróxidos que ayudan a la descomposición de manera eficaz mediante la oxidación a los patógenos convirtiéndose en una herramienta especial para desinfección de áreas creando un medio hostil e inactivándolos.

Según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos. En el documento de la OMS al que nos referimos, se detalla que, con concentraciones de ozono de 0,1-0,2 mg/L.min, se consigue una inactivación del 99% de patógenos estudiados. Según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos, según esto el empleo de ozono para la desinfección de superficies resulta mucho más recomendable que el uso de otros esterilizante, aparte por su eficacia y su rápida descomposición que no deja residuales peligrosos se logra cuidar y resguarda el medio.

La segunda alternativa que contiene el aceite Agrozoil es la alta concentración de peróxidos de acuerdo a las investigaciones realizadas se comenta que es excelente en la descomposición de microorganismo, especialmente a los que son sensibles a exceso de oxígeno. Las soluciones peroxidadas son soluciones con efecto desinfectante, esterilizante y antiséptico que han demostrado ser efectivas incluso en el área agrícola. El Peróxido trabaja oxidando componentes esenciales del microorganismo como (lípidos, proteínas y ADN) y a la liberación de O₂ por las catalasas tisulares, que actúa impidiendo la germinación de esporas de anaerobios. Además, el O₂ liberado en su descomposición en forma de burbujas favorece la eliminación de detritus celulares, bacterias y tejidos desvitalizados.

Datos referenciales:

AGROZOL Cia. Ltda. Planta procesadora de aceites vegetales con ozono. Ubicada en Mecache provincia de Los Ríos, Ecuador. Ave. Raúl Triviño y calle E (diagonal al comercial Calcor, Cdla Bellavista. Correo: agrozol@yahoo.com Teléfonos: 09981458529 / 0993255063.