UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COMO SUSTRATO ALTERNATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Anthurium andraeanum* Linden ex André TROPICAL.

AUTOR:

Juliano Salvatore Castillo Carvajal

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez PhD.

PASTAZA - ECUADOR

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien suscribe Juliano Salvatore Castillo Carvajal con C.I. 1600529380, hace constar que es autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: "APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COMO SUSTRATO ALTERNATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Anthurium andraeanum* Linden ex André TROPICAL", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Luis Ramón Bravo Sánchez PhD. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 12 días del mes de febrero del 2021.

_____

Juliano Salvatore Castillo Carvajal
CI: 1600529380

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el proyecto titulado: "APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COMO SUSTRATO ALTERNATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Anthurium andraeanum* Linden ex André TROPICAL".



Msc. Edgar Rubén Chicaiza Reisancho
Presidente del Tribunal



Msc. Jessica Alexandra Machado Cuzco
Miembro del Tribunal



Msc. Danilo Pedro Sarabia Guevara
Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Certificado No. 39-SAU-UEA-2021

Puyo, 18 de febrero de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: CASTILLO CARVAJAL JULIANO SALVATORE con C.I. 1600529380, con el Tema: **"APROVECHAMIENTO DE LA CASCARILLA DE ARROZ (Oryza sativa L.) COMO SUSTRATO ALTERNATIVO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE *Anthurium andraeanum* Linden ex André TROPICAL."**, de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director de la investigación Dr.C.Luis Bravo, Phd., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 4%, Informe generado con fecha 18 de febrero de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia, gracias a mi familia por darme el gran apoyo para salir adelante y cumplir los objetivos de la vida en cada decisión y proyecto, gracias a la vida por demostrarme lo mejor de ella y lo justa que puede llegar hacer; gracias totales por creer en mí.

Quiero agradecer de manera especial a mis Padres, Shaira Carvajal y Jorge Castillo quien fueron y son cada día mi apoyo incondicional para que haya podido cumplir una meta que es el estudio universitario, un Dios les pague y que siempre el Dios todo poderoso los bendiga.

También debo agradecer al Dr. Luis Bravo quien con su trabajo esmerado guio y aportó con su enseñanza a este trabajo culminara cumpliendo los objetivos del trabajo y su tutoría.

De igual manera quiero agradecer a los miembros del tribunal quienes con su tiempo y dedicación dieron sugerencias oportunas para que este trabajo se culmine dentro de los parámetros y las exigencias de la institución.

Juliano Salvatore Castillo Carvajal
2021

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en la búsqueda de una solución ambientalmente amigable a los problemas relacionados con el desecho de la cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L.), la cual constituye un residuo agroindustrial abundante que se suele eliminar mediante combustión, lo cual genera a su vez otro problema ambiental. Por este motivo se decidió probar su utilización como un sustrato alternativo en el cultivo y producción en de anturios (*Anthurium andraeanum* Linden ex André), y de esta manera sustituir las virutas de madera o aserrín que comúnmente se utilizan y que también generan un problema ambiental. Se utilizó en la metodología la recopilación de información bibliográfica, y partiendo de los conocimientos teóricos se establecieron parámetros de campo a medir, que permitieran constatar la efectividad de este sustrato en contraste con el que tradicionalmente se utiliza: las virutas o el aserrín de madrera. Para ello se utilizaron métodos de comparación estadística entre medias, y las variables que se evaluaron corresponden a las de: altura del pedúnculo, diámetro del pedúnculo floral, largo de la flor y ancho de la flor. Se obtuvo como resultado que entre los sustratos de cascarilla de arroz y el de aserrín de madera no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas, por ello se puede sustituir el sustrato de aserrín de madera por el de cascarilla de arroz, lo cual contribuye al cuidado de los recursos naturales, evitando en parte la excesiva explotación o el inadecuado aprovechamiento de los recursos forestales.

PALABRAS CLAVE: Sustratos, Anturios, Cascarilla de arroz, Aserrín de madera, Recursos forestales.

ABSTRACT

This work is part of the search for an environmentally friendly solution to the problems related to the disposal of rice husk (*Oryza sativa* L.), which constitutes an abundant agro-industrial waste that is usually eliminated by combustion, which generates turn another environmental problem. For this reason, it was decided to test its use as an alternative substrate in the cultivation and production of anthuriums (*Anthurium andraeanum* Linden ex André), and in this way to replace the wood chips or sawdust that are commonly used and that also generate an environmental problem. The collection of bibliographic information was used in the methodology, and based on theoretical knowledge, field parameters were established to be measured, which would allow to verify the effectiveness of this substrate in contrast to the one traditionally used: wood chips or wood sawdust. For this, statistical between means comparison methods were used, and the variables that were evaluated correspond to those of: peduncle height, diameter of the floral peduncle, flower length and flower width. It was obtained as a result that between the substrates of rice husk and that of wood sawdust, no significant differences were found for any of the variables evaluated, therefore, the substrate of wood sawdust can be substituted for that of rice husk, which contributes to the care of natural resources, partly avoiding the excessive exploitation or inappropriate use of forest resources.

KEY WORDS: Substrates, Anthuriums, Rice husk, Wood sawdust, Forest resources.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.2 OBJETIVOS 2

1.2.1 Objetivo general 2

1.2.2 Objetivos específicos 2

1.3 JUSTIFICACIÓN 2

CAPÍTULO II 5

2.1 Clasificación Taxonómica de la Especie *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical. 5

2.2. Origen y distribución del cultivo 6

2.3 Necesidad de un sustrato 6

2.4 Desechos Agroindustriales y su Aprovechamiento. 7

2.5 Cascarilla de arroz y su uso como sustrato para el cultivo de plantas. 7

2.6 Condiciones de desarrollo y características óptimas para la comercialización de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical. 8

CAPÍTULO III 10

3.1 Localización 10

3.2 Tipo de investigación 10

3.3 Métodos de investigación 11

3.4 Diseño de la investigación 11

CAPÍTULO IV 13

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 13

4.1 Influencia del sustrato sobre la altura del pedúnculo floral 13

4.2 Influencia del sustrato sobre el diámetro del pedúnculo floral 14

4.3 Influencia del sustrato sobre el largo de la flor 16

4.4 Influencia del sustrato sobre el ancho de la flor 17

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 21

Conclusiones 21

Recomendaciones 21

REFERENCIAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Guía para la recolección de datos. 12
Tabla 2 Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto a la altura del pedúnculo floral. 14
Tabla 3 Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al diámetro del pedúnculo floral. 16
Tabla 4 Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al largo de la flor. 17
Tabla 5 Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al ancho de la flor. 18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Planta de Anturio Anthurium andreanum Linden ex André 5
Figura 2 Ubicación de la investigación 10
Figura 3. Comportamiento comparativo de la altura del pedúnculo floral 13
Figura 4 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto a la altura del pedúnculo floral. 14
Figura 5 Comportamiento comparativo del diámetro del pedúnculo floral 15
Figura 6 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al diámetro del pedúnculo floral. 15
Figura 7 Comportamiento comparativo del largo de la flor 16
Figura 8 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al largo de la flor. 17
Figura 9 Comportamiento del ancho de la flor 18
Figura 10 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al ancho de la flor. 18
Figura 11 Correlaciones observadas entre los diferentes parámetros medidos a las plantas de anturios en los dos sustratos y durante el tiempo de estudio. 19

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La industria florícola demanda de una amplia gama de sustratos, fertilizantes y demás agroinsumos para la producción, lo que genera un gasto en los recursos naturales y la dependencia de la industria agroquímica para la producción. La utilización de desechos de la agroindustria se ha convertido en una alternativa económica para los cultivos. Suo, Sun y Li, (2011) afirma que "es muy conveniente desde el punto de vista económico y sobre todo ecológico".

Uno de los residuos agroindustriales más usados es la cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L.), principal desecho de la industria arrocera. Foo y Hameed (2009) afirman que "La cascarilla de arroz está compuesta fundamentalmente por fibras, celulosa, y minerales y se ha venido utilizando durante muchos años como fuente de energía o como adsorbente, lo cual genera otros residuos que impactan negativamente al ambiente".

El género *Anthurium* es el más grande de la familia *Araceae* con aproximadamente 600 especies diferentes, de estas el *Anthurium andreanum* Linden ex André en el más conocido no solo por el color rojo intenso característico sino también por el tamaño de la flor caracterizado por su belleza, durabilidad y versatilidad, convirtiéndola en un cultivo ampliamente extendido a nivel mundial debido a la adaptación a zonas tropical o subtropical húmeda.

Al ser utilizado el aserrín de madera como sustrato para la producción del cultivo de anturios y al cubrir la demanda de este sustrato, también crese la utilización de dicho aserrín, por lo que cada vez más especies forestales son deforestadas buscando subproducto de la madera la utilización de su aserrín como sustrato a bajo costo para la producción en los cultivos. Esta dependencia crea que el habitad de ciertas especies se vean amenazadas por cubrir dicho requerimiento afectando la flora en un ambiente de extracción maderera.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Habitualmente se han venido utilizando las virutas, generadas como residuos de la industria maderera, como sustrato orgánico para el cultivo de anturios, sin embargo, poder utilizar alternativamente la cascarilla de arroz, que se encuentra disponible en grandes cantidades, contribuiría a disminuir el impacto ambiental de dicho residuo agroindustrial y se disminuiría la dependencia de la explotación forestal, que tanto daño ocasiona a los ecosistemas.

La alta demanda de la viruta o aserrín de madera como sustrato para la utilización en la producción de cultivos, recae en la alta explotación de las especies forestales y el desgaste de los recursos naturales como es la perdida de la flora en los habitad naturales, esto implica a que cada vez se deforeste indiscriminadamente los árboles para la industria maderera y la comercialización en grandes volúmenes para sustrato.

En la actualidad existen pocos estudios donde se ofrezcan alternativas viables para la utilización de otros tipos de sustratos en la producción del cultivo de los anturios, por lo que el aprovechamiento de la cascarilla de arroz puede contribuir a la solución de esta problemática.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Identificar una alternativa de sustrato alternativo viable y amigable con el ambiente, para la producción de flores de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical, utilizando la cascarilla de *Oryza sativa* L.

1.2.2 Objetivos específicos

- Aprovechar el residuo agroindustrial cascarilla de arroz en el cultivo de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical con vistas a sustituir el sustrato tradicional de viruta de madera.

- Identificar qué sustrato es el más viable y amigable con el ambiente en la producción de flores de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el cultivo de anturios en la provincia de Pastaza ha utilizado tradicionalmente como sustrato a las virutas de madera, generando una dependencia de la industria maderera para la obtención de dicho sustrato, es por ello que, en la búsqueda de otras

alternativas viables, se propone la utilización de cascarrilla de arroz en el cultivo de *Anthurium andreanum* Linden ex André.

Se conoce que uno de los usos más interesantes que se les ha dado a diversos residuos agroindustriales y entre ellos a la cascarilla de arroz es como sustrato para diferentes tipos de cultivos, lo que según Suo et al. (2011) "ha permitido incrementar notablemente sus rendimientos y rentabilidad". Es por eso que se buscan constantemente alternativas que proporcionen ventajas tanto económicas como ambientales.

La utilización de desechos de la agroindustria como vía para contribuir a la disminución de la contaminación ambiental tiene una importancia trascendental en la actualidad. Su empleo como sustrato para obtención de productos agrícolas orgánicos, representa un importante avance en esta dirección y contribuye a la disminución del uso de fertilizantes químicos; lo cual, además de resultar viable desde el punto de vista técnico, es muy conveniente desde el punto de vista económico y sobre todo ecológico, siguiendo así la tendencia de los últimos años de las políticas encaminadas al uso sostenible y el aprovechamiento adecuado de los residuos agroindustriales (Suo, Sun, & Li, 2011).

En la industria arrocera el principal desecho que se genera es la cascarilla que recubre al grano de arroz (*Oryza sativa* L.). La cascarilla de arroz está compuesta fundamentalmente por fibras, celulosa, y minerales y se ha venido utilizando durante muchos años como fuente de energía o como adsorbente, lo cual genera otros residuos que impactan negativamente al ambiente (Foo, & Hameed, 2009). En el campo de la elaboración de alimentos balanceados para animales tiene una utilización restringida debida a su alto contenido de sílice (SiO_2), lo que disminuye notablemente su digestibilidad (Korotkova, *et al.* 2016).

Adicionalmente, cabe recalcar que, debido a sus características físico químicas, la cascarilla de arroz es un desecho de muy difícil biodegradación, lo que se suma al hecho de que en las plantas procesadoras de arroz la cantidad de cascarilla generada oscila en cifras cercanas al 20% en peso de la producción total, lo que provoca que la evacuación y el transporte de este residuo represente un gran problema desde el punto de vista económico y en cuanto al impacto perjudicial para el ambiente, al contaminar las fuentes de agua (Pode, 2016).

Los sustratos orgánicos para jardines revisten gran importancia para la ecología y supervivencia de las plantas. El cultivo de flores, por ejemplo, ha evolucionado mucho en la actualidad y a ello ha contribuido el uso de varios sustratos de origen vegetal como por ejemplo las virutas generadas por la industria maderera (Suo, Sun, & Li, 2011).

En los últimos tiempos el cultivo de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical ya sea para flor de corte o maceta juega un rol importante en la economía de las familias al ser una planta altamente cotizada por la belleza de sus flores y hojas (Fatollahi, Hasanpour, Zakizadeh, & Olfati, 2017).

Teniendo en cuenta lo analizado anteriormente, el presente proyecto de investigación persigue establecer una alternativa de sustrato para la producción de flores de *A. andraeanum* ya que es una variedad de alta demanda en el mercado Nacional e Internacional.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Clasificación Taxonómica de la Especie *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical.

La clasificación taxonómica de *Anthurium andreanum* Linden ex André tropical, según VILLACHICA (1996), se ofrece a continuación:

- División: *Phanerogamae*
- Clase: *Angiospermae*
- Orden: *Spathiflorae*
- Familia: *Araceae*
- Género: *Anthurium*
- Especie: *Anthurium andreanum* Linden ex André

En la figura 1 se pueden observar las características de la planta de *Anthurium andreanum* Linden ex André tropical, la cual será utilizada en este estudio para evaluar el aprovechamiento ambientalmente amigable de un sustrato a base de cascarilla de arroz.



Figura 1 Planta de Anturio *Anthurium andreanum* Linden ex André
Fuente: Anthura, 2021

2.2. Origen y distribución del cultivo

Hernández (2004) afirma que Engler, taxonomista de principios de 1900 recopiló y describió un gran número de variedades de *Anthurium*; esta especie muy común en toda América del Sur y América Central, y se encuentran en áreas de climatología muy diversa, desde las regiones secas del oeste de México hasta la selva tropical de América del Sur. La altitud de su adaptación varía en dependencia de la especie desde el nivel del mar hasta 3.000 msnm.

REYNOIRD (2000) menciona que el *Anthurium andreanum* Linden ex André fue introducido a Europa en 1876 por el botánico francés Eduard André, mientras que Jean Linden, de Bélgica, fue el responsable de su reproducción y cultivo. Posteriormente estos autores detallan el ingreso de las variedades de anturios mencionadas a América a través de Hawái, México y su posterior distribución a América del Sur.

2.3 Necesidad de un sustrato

La necesidad más importante del sustrato es la administración equilibrada de aire y agua. La proporción aproximada debe ser de 1:1. Esta proporción dependerá de tres factores y según HerK, (1998): "La función capilar del sustrato está determinada principalmente por la dimensión de los poros puesto que los finos tienen una mayor capacidad de aspiración que los gruesos. Hernández (2014) afirma que "Si se utilizan granulados, granos, fragmentos o copos, el espacio entre ellos desempeña un papel importante. Cuanto más gruesas sean las piezas, más aumenta el tamaño de los poros, por lo que disminuye el contenido de agua y el de aire. Por último, el grueso de la capa es importante y la misma, al inicio del cultivo, deberá medir menos de 17 cm.

El pH más conveniente al cultivo de los anturios fluctúa entre 5 y 6, aunque vegeta satisfactoriamente entre límites muy amplios. Las condiciones características del suelo exigidas por estas especies, hacen que las unidades de producción de flor cortada y los centros de propagación (viveros) de plantas jardineras preparen suelos típicos artificiales (mezclas) para su cultivo; estas fundamentalmente están compuestas de los siguientes materiales y proporciones según (Álvarez-Pinto,1989):

Tierra franca	2,5 partes
Turba	1 parte

Musgo o tripa de palma descompuesta	1 parte
Arena dulce (de río)	1 parte
Cisco de carbón (fino)	¼ parte

Otros sustratos que se pueden usar según (Hernández 2014) son: pergamino de café, hojas descompuestas de leguminosas, bagazo de caña, aserrín, pulpa de café descompuesta y estopa de coco molida. Estos compuestos son utilizados en capas alternando unas con otras.

2.4 Desechos Agroindustriales y su Aprovechamiento.

Los desechos agroindustriales también conocidos como esquilmos son residuos que se generan a partir del consumo directo de productos primarios o de su industrialización, pero que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, de interés comercial o social, según Saval, (2012) "El problema al que se enfrentan los residuos agroindustriales es que no existe una clara conciencia ambiental para su manejo, además de que falta capacidad tecnológica y recursos económicos para darles un destino final", esto dificulta asegurar su utilización y que no genere un impacto negativo al medio en el que se genera.

Las características de los residuos agroindustriales dependen principalmente de la materia prima y del proceso que los generó, no obstante, González, Gómez, y Abad, (2017) afirman que "comparten una característica principal, que es el contenido de materia orgánica, constituida por diferentes porcentajes de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina."

2.5 Cascarilla de arroz y su uso como sustrato para el cultivo de plantas.

La cascarilla de arroz es un tejido vegetal formado por celulosa y sílice, estos componentes facilitan la combustión de este producto usándolo como carburante (Lozano, 2020). La cáscara de arroz presenta una amplia diversidad de características fisicoquímicas que contribuyen a que se pueda aprovechar de diversas maneras, sin embargo, los volúmenes de producción de arroz hacen que aún persistan eventos de contaminación ambiental de las aguas provocados por la disposición de dicho residuo.

Por otra parte, la cascarilla de arroz incrementa la disposición física del abono orgánico en los suelos, según Sánchez, y Díaz (2019). "proporciona la aireación,

permeabilidad de la humedad y de la filtración de nutrientes" al suelo, esto beneficia el acrecentamiento del movimiento macro y microbiológico del abono y del suelo. Además, que su aporte de Sílice aporta a la planta una resistencia natural al contagio con plagas y enfermedades.

2.6 Condiciones de desarrollo y características óptimas para la comercialización de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical.

El género *Anthurium* es un género neotropical, de unas 800 especies, llamadas comúnmente anturios o calas. Las primeras especies fueron encontradas en Colombia y en general, son originarias de las zonas tropicales de América del Sur. Es el género más grande y más complejo de esta familia. Muchas especies no se han descrito y cada año aparecen nuevas.

Son plantas perennes, herbáceas leñosas, erectas, rastreras o trepadoras, con hojas muy decorativas. Las hojas en forma de corazón o punta de flechas son grandes y a veces divididas en lóbulos. La flor es insignificante, el espádice, que a veces es confundido con la flor, puede ser amarillo, rojo, purpúreo, negro, casi anaranjado o blanco (Wilyasari, *et al*. 2020).

El *anthurium* se adapta bien a una amplia gama de suelos, siempre que estos estén bien aireados y bien drenados, con un pH entre 5 y 6,5, situándose su óptimo en 5,7. A pesar de que se puede cultivar tanto en suelo como en sustrato, se recomienda el empleo de un sustrato poroso, que ofrezca una buena relación aire/agua, con poros grandes que permitan el crecimiento de sus gruesas raíces y el almacenamiento del oxígeno. Un sustrato óptimo para el cultivo del *anthurium* debe reunir las siguientes características:

- Ofrecer a la planta el soporte necesario.

- Poseer poros grandes debido al grosor de las raíces, con una relación aire/agua de 1:1.

- Drenar con facilidad.

- Tener gran estabilidad física debido a la larga duración del cultivo.

- No debe contener elementos perjudiciales tales como cloro y sodio en altas concentraciones.

La temperatura óptima para el desarrollo del *anthurium* va desde 20ºC a 30ºC, situándose su temperatura ideal diurna entre 25 y 30ºC y la nocturna entre 21 y 24ºC. La iniciación floral y el desarrollo vegetativo comienzan a los 18ºC, no tolerando bien las temperaturas nocturnas inferiores a 14ºC, ya que, a pesar de no producir un daño directo a la planta, sí produce mermas de producción.

La humedad relativa en un cultivo de *anthurium* debe permanecer entre el 60 % y el 80 %, si esta es demasiado baja la fotosíntesis disminuye y si es excesivamente alta pueden aparecer problemas de origen fúngico. La intensidad luminosa óptima para el cultivo del *anthurium* a nivel de las plantas se sitúa entre 18000 y 25000 lux, por lo que se recomiendan condiciones de invernadero para su mejor desarrollo (Maza Solano, 2014).

El índice de madurez de la flor y por lo tanto el punto de corte está determinado por el cambio de color del espádice y por la firmeza del pedúnculo. El espádice es el que contiene las verdaderas flores; tanto femeninas, más próximas a la base, como las masculinas situadas en el extremo opuesto. Las flores femeninas maduran antes que las masculinas, siendo aquellas las que indican el grado de madurez de la flor, ya que el espádice va cambiando de color, desde su base hasta la punta, a medida que van madurando las mismas. El momento óptimo de corte será cuando se produzca el cambio de color del espádice en el 75% de su longitud. El pedúnculo, justo por debajo de la espata, en el momento del corte pasa de estar blando a volverse fuerte y sólido. Si las flores se cortan sin estar en el momento óptimo de corte se reduce su duración y conservación, pudiendo presentar decoloraciones azules en la espata.

Para cortar las flores se debe realizar con un cuchillo, haciendo un corte limpio aproximadamente a tres centímetros de la base del tallo. Se emplea un solo cuchillo por cada banqueta y una vez cortadas las flores se desinfecta. A la hora de realizar la cosecha se debe llevar mucho cuidado ya que la flor se daña con gran facilidad lo que mermaría su calidad y su valor comercial (Hernández, 2004).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El proyecto se llevó a cabo en los invernaderos particulares del estudiante, situados en la parroquia Veracruz, provincia de Pastaza, Ecuador. En la figura 2 se observa un mapa en el que se detalla la ubicación exacta del sitio de estudio. Es importante destacar que el clima en la parroquia Veracruz corresponde a una temperatura de entre los 18º y 33ºC, con una precipitación media de 4440 mm al año, con una humedad relativa del 85%, lo que corresponde a un clima cálido húmedo tropical, adecuado para el cultivo de anturios.



Figura 2 Ubicación de la investigación
Fuente: Elaboración propia, 2021

3.2 Tipo de investigación

En el presente proyecto se hizo una investigación cualitativa de tipo exploratoria documental y experimental con el propósito de valorar la utilización ambientalmente amigable de la cascarilla de arroz como posible sustrato para el cultivo de flores de *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical.

La investigación experimental de campo se llevó a cabo en el lote particular del estudiante, en la que se evaluó la influencia del sustrato: cascarilla de arroz sobre algunos

parámetros importantes relacionados con la calidad de las flores de *A. andraeanum*, comparativamente con los sustratos tradicionales: virutas o aserrín de madera

3.3 Métodos de investigación

Se emplearon métodos cualitativos en un estudio descriptivo comparativo. La variable independiente fue el tipo de sustrato (virutas de madera o cascarilla de arroz) y las variables dependientes a evaluar fueron los resultados de las mediciones de altura del pedúnculo o peciolo de la flor, diámetro del pedúnculo de la flor, largo de la flor y el ancho de la flor de los anturios.

3.4 Diseño de la investigación

Para la realización de los experimentos se sembraron dos canteros de plantas de *A. andraeanum* con 10 ejemplares cada uno. Se tuvo en cuenta que las plantas se encontraran en el mismo período vegetativo de 6 meses, que el suelo fuera de un mismo origen y en general, que los canteros tuvieran las mismas características. Al suelo del primer cantero se incorporó la cascarilla de arroz y al segundo las virutas de madera (Anexo 1). Las 20 plantas se mantuvieron, durante todo el estudio, bajo las mismas condiciones de climáticas ambientales como: iluminación, humedad, temperatura y precipitación.

En la medida en la que fueron brotando las flores, se realizaron mediciones de altura del pedúnculo, en centímetros, con ayuda de un flexómetro o cinta métrica, y de grosor o diámetro a la mitad de la altura, utilizando un pie de rey (Anexo 2). Las mediciones se realizaron con una frecuencia de tres días hasta que la flor estuvo en condiciones óptimas para su comercialización (30 días). Los resultados se recogieron en una tabla similar a la que se muestra a continuación (Tabla 1), para cada cantero, y teniendo en cuenta cada una de las flores por planta.

Los datos fueron procesados a través de una prueba de hipótesis de comparación de medias donde se determinó la influencia de los sustratos de cascarilla de arroz y viruta de madera en la producción de la flor de anturios de la variedad *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey para determinar comparativamente la influencia de las variables en estudio mediante el programa estadístico SPSS.

Tabla 1

Guía para la recolección de datos.

Frecuencia de mediciones (días)	Medidas (cm)	Plantas de *A. andraeanum* en el cantero (con virutas o cascarilla de arroz, según sea el caso)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ancho										
	Largo										
3	Ancho										
	Largo										
6	Ancho										
	Largo										
9	Ancho										
	Largo										
12	Ancho										
	Largo										
15	Ancho										
	Largo										
18	Ancho										
	Largo										
21	Ancho										
	Largo										
24	Ancho										
	Largo										
27	Ancho										
	Largo										
30	Ancho										
	Largo										

Fuente: Elaboración propia, 2021

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron el resultado de las mediciones realizadas y la tabulación de los datos que fueron analizados en la comparación de medias y varianzas se muestran a continuación para cada uno de los parámetros o variables de respuesta evaluados.

4.1 Influencia del sustrato sobre la altura del pedúnculo floral

En la figura 3 que se muestra a continuación, se pueden observar gráficamente los resultados de las mediciones realizadas a la altura del pedúnculo floral del anturio en el lapso del estudio.

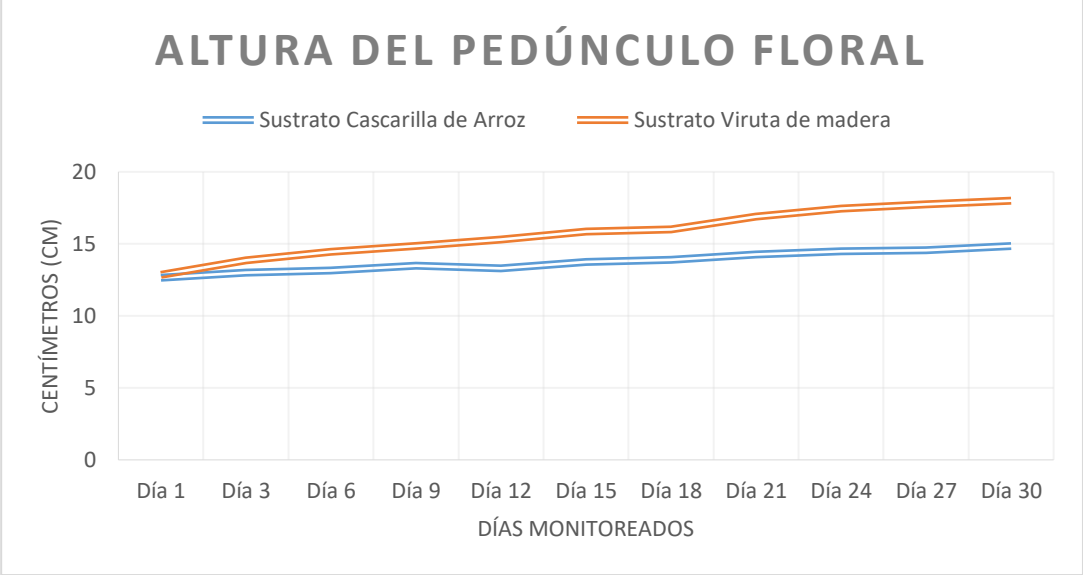

Figura 3. Comportamiento comparativo de la altura del pedúnculo floral
Fuente: Elaboración propia, 2021

Al realizar la comparación visual de los resultados de altura del pedúnculo floral entre el sustrato de la cascarilla de arroz y la viruta de madera, se observa que el sustrato de viruta de madera mostró valores ligeramente superiores, frente al sustrato de cascarilla de arroz. Sin embargo, cuando se compararon estadísticamente las medias o valores promedios para ambos sustratos, la diferencia no resultó significativa, tal y como se observa en la figura 4.

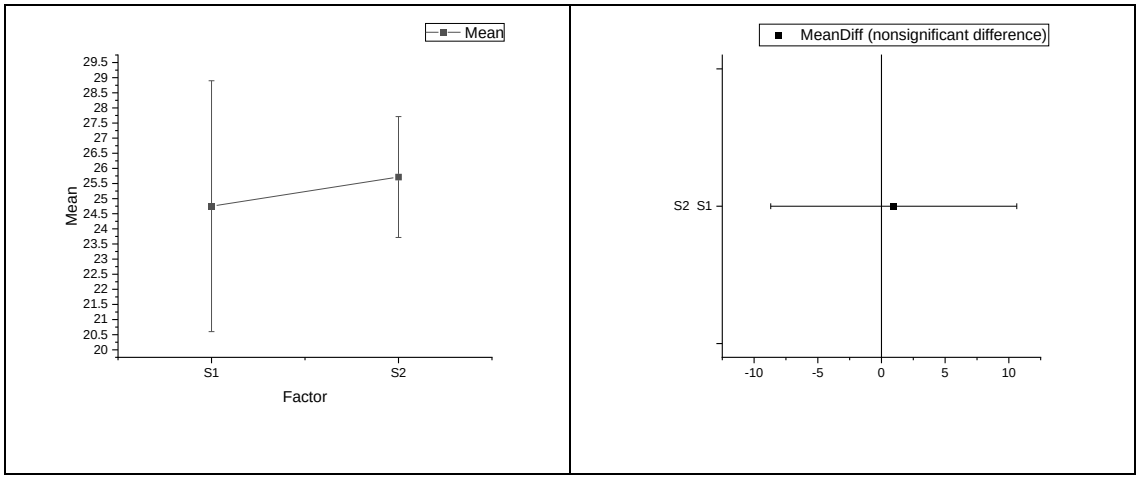

Figura 4 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto a la altura del pedúnculo floral.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Los resultados respecto a la no existencia de diferencias significativas pueden ser apreciados de mejor manera a través de los datos estadísticos de la tabla 2.

Tabla 2

Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto a la altura del pedúnculo floral.

Comparación de medias				
Tukey Test				
	Mean Diff	SEM	q Value	Prob.
S2 - S1	0,96429	438.802	0,31078	0,83009

Fuente: Elaboración propia, 2021

En la tabla 2 se puede apreciar que el valor de probabilidad (0,83009) es superior a 0,05 (para un 95% de confianza), lo que demuestra, como ya se mencionó, la no existencia de diferencias estadísticamente significativas.

4.2 Influencia del sustrato sobre el diámetro del pedúnculo floral

En la figura 5 se muestra el resultado de las observaciones al diámetro del pedúnculo floral del anturio en el lapso del estudio para los dos sustratos.

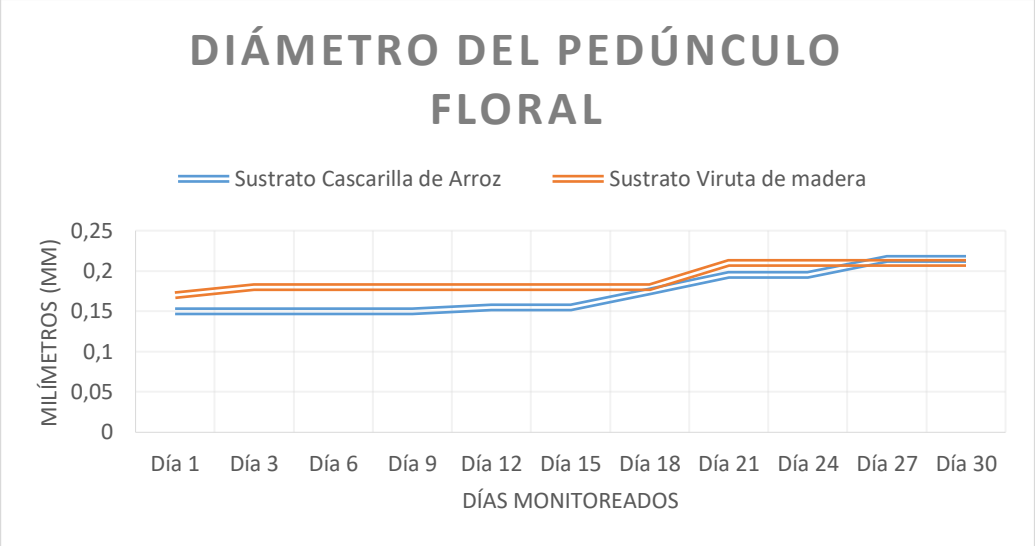

Figura 5 Comportamiento comparativo del diámetro del pedúnculo floral
Fuente: Elaboración propia, 2021.

Como se muestra en la figura 5, sobre la base de los datos recopilados en el estudio del diámetro del pedúnculo floral, se aprecia, al transcurrir los días del desarrollo de la planta y al estar en estado de cosecha la flor de anturio, una pequeña diferencia aparente, siendo presuntamente mejor el sustrato de la cascarilla de arroz. Sin embargo, estadísticamente, esta diferencia no fue significativa, como se observa en la figura 6.

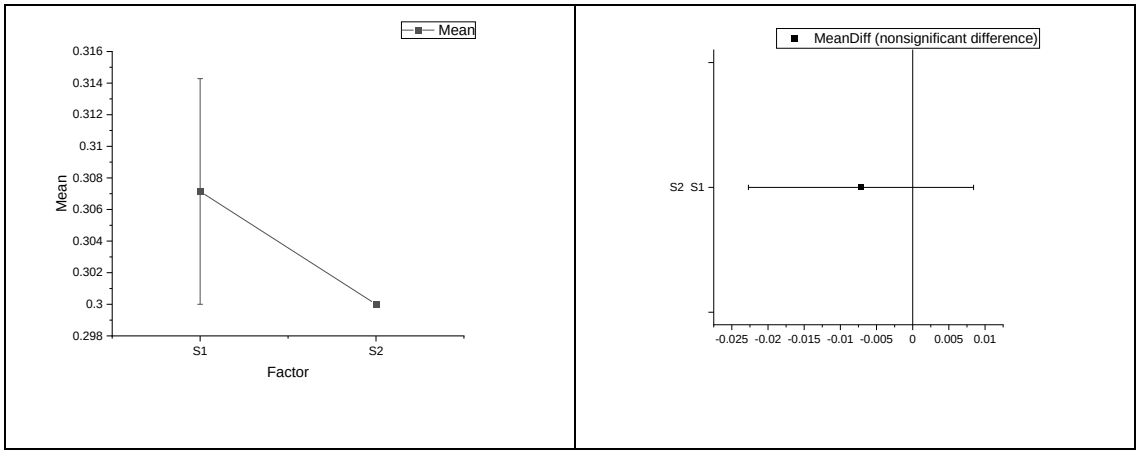

Figura 6 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al diámetro del pedúnculo floral.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Los resultados numéricos de la prueba estadística se observan en la tabla 3, con un valor de probabilidad (0,33705) superior a 0,05.

Tabla 3

Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al diámetro del pedúnculo floral.

Comparación de medias				
Tukey Test				
	MeanDiff	SEM	q Value	Prob
S2 - S1	-0,00714	0,00714	141.421	0,33705

Fuente: Elaboración propia, 2021

4.3 Influencia del sustrato sobre el largo de la flor

En la figura 7 se muestra el resultado de las observaciones de la variable independiente: largo de la flor del anturio durante el tiempo de estudio, sobre la variable dependiente: sustrato.

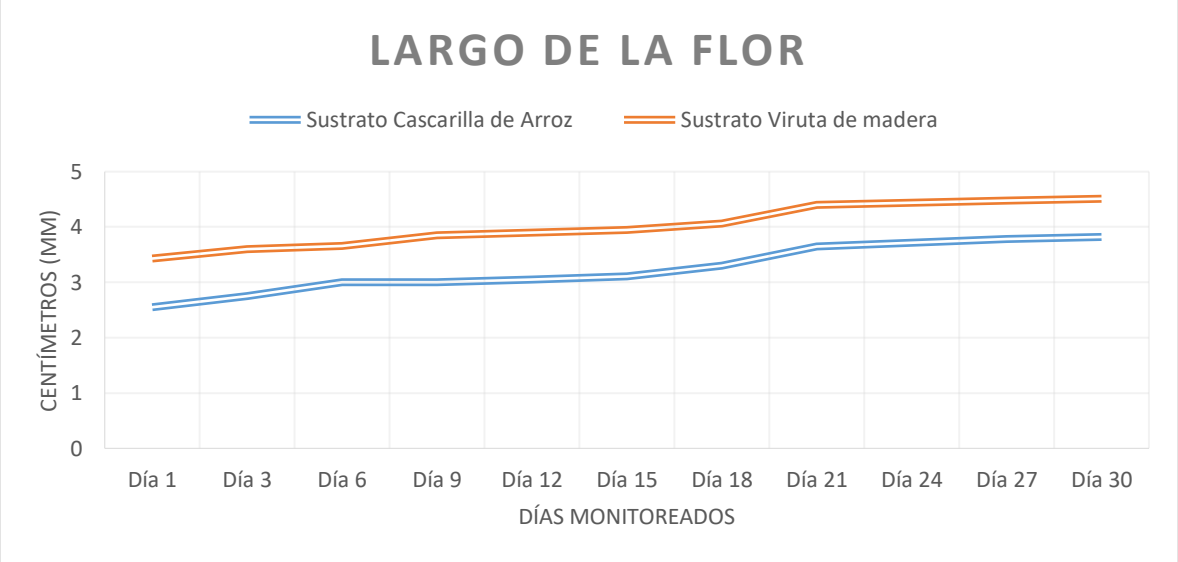

Figura 7 Comportamiento comparativo del largo de la flor
Fuente: Elaboración propia, 2021

Al igual que en las mediciones anteriores, en el estudio sobre la variable del largo de la flor, dio como resultado que el sustrato de viruta de madera tiene una diferencia aparente respecto al sustrato de cascarilla de arroz. Los resultados estadísticos en cambio, demuestran que tampoco existe una diferencia estadísticamente significativa (Figura 8 y tabla 5).

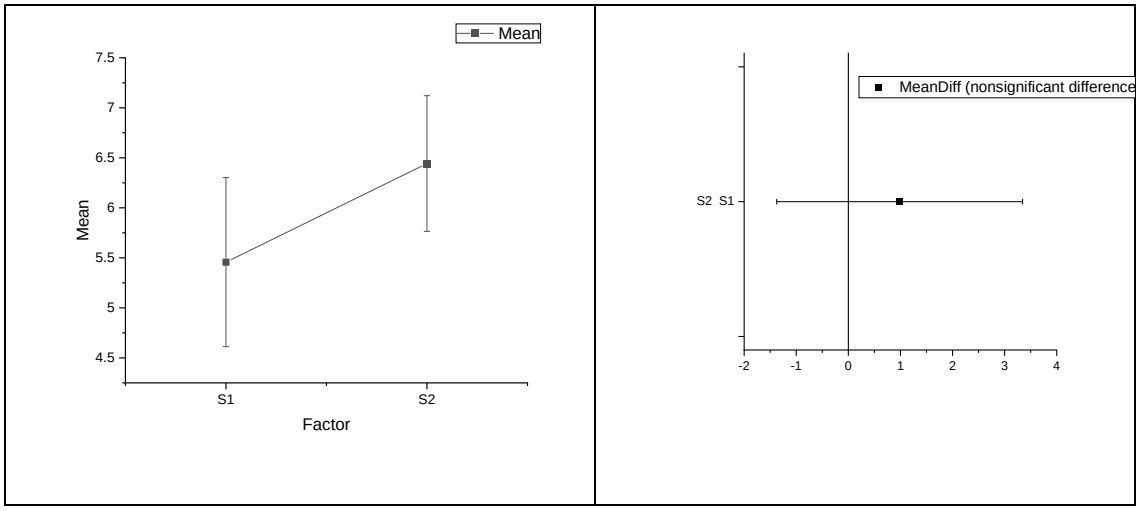

Figura 8 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al largo de la flor.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 4

Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al largo de la flor.

Comparación de medias				
Tukey Test				
	MeanDiff	SEM	q Value	Prob
S2 - S1	0,98571	108.336	128.674	0,38081

Fuente: Elaboración propia, 2021

Como se puede observar, el valor de probabilidad (0,38081) es superior a 0,05, lo que demuestra la no existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos sustratos ensayados.

4.4 Influencia del sustrato sobre el ancho de la flor

En la figura 9 se muestra el resultado de las observaciones del ancho de la flor del anturio en el tiempo de estudio.

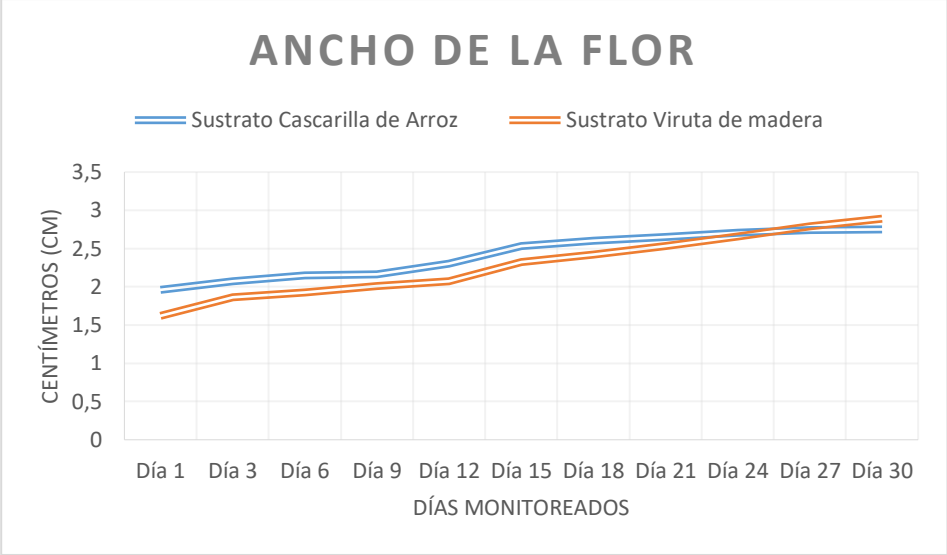

Figura 9 Comportamiento del ancho de la flor
Fuente: Elaboración propia, 2021

Como se muestra en la figura 8 no se observa una gran diferencia en cuanto ancho de la flor respecto a las variables en estudio y así lo demuestra el tratamiento estadístico (Figura 10 y Tabla 6).

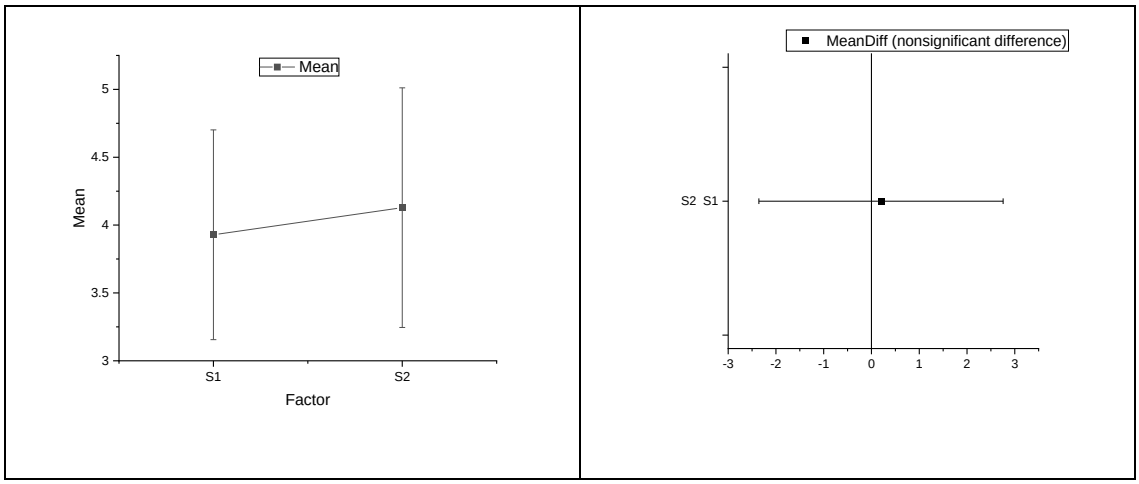

Figura 10 Comparación estadística de los sustratos en estudio, en cuanto al ancho de la flor.
Fuente: Elaboración propia, 2021
Tabla 5

Resultados de significación de los sustratos en estudio, en cuanto al ancho de la flor.

Comparación de medias				
Tukey Test				
	MeanDiff	SEM	q Value	Prob
S2 - S1	0,2	11.736	0,241	0,86752

Fuente: Elaboración propia, 2021

De igual manera, no existen diferencias significativas (probabilidad: 0,86752) entre el uso de cascarilla de arroz o virutas de madera sobre el ancho de la flor.

En resumen, puede afirmarse que el hecho de no encontrarse diferencias significativas entre los sustratos en estudio, respecto a las variables medidas, hace posible recomendar la cascarilla de arroz como sustrato alternativo para el cultivo de anturios, lo cual le daría un uso de alto valor en la mitigación del impacto ambiental a la cascarilla de arroz generada como residuo en la industria arrocera.

Finalmente, se analizaron posibles correlaciones entre las variables analizadas; en la figura 11 se esquematiza el comportamiento observado y en ella se puede apreciar que la mayor correlación se obtuvo entre la altura del pedúnculo floral y el largo de la flor, seguida del largo de la flor respecto al ancho de la flor. Estas características son las más importantes desde el punto de vista económico puesto que los compradores valoran más la flor que mayor tiempo pueda conservarse una vez cosechada y precisamente estos factores son los más influyentes.



Figura 11 Correlaciones observadas entre los diferentes parámetros medidos a las plantas de anturios en los dos sustratos y durante el tiempo de estudio.
Fuente: Elaboración propia, 2021

Estos resultados obtenidos concuerdan con los encontrados por Sánchez, y Díaz (2019), en cuyo trabajo los autores plantean que la cascarilla de arroz incrementa la disposición física del abono orgánico en los suelos, pues contribuye a proporcionar aireación y ayuda a la permeabilidad de la humedad y la filtración de los nutrientes al suelo. Dichos investigadores establecen que la cascarilla de arroz aporta silicio a las plantas, lo que contribuye a mejorar su resistencia s plagas y enfermedades.

Finalmente, es posible afirmar que el aprovechamiento de la cáscara de arroz como sustrato alternativo tiene un doble beneficio ambiental, pues se le da un uso y destino a una biomasa residual y por otra parte contribuye a disminuir la explotación maderera.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El comportamiento del cultivo de *Anthurium andraeanum* tropical en la producción de flores, utilizando la cascarilla de arroz *O. sativa*, versus el sustrato tradicional de viruta de madera fue similar, al no existir diferencias significativas entre los parámetros medidos: altura y diámetro del pedúnculo floral, así como largo y ancho de la flor.

- Teniendo en cuenta la no existencia de diferencias significativas entre los sustratos en estudio, ambos son viables y amigable con el ambiente en la producción de flores en el cultivo de Anturios *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical, por lo que los dos pueden ser utilizados la producción de esta flor obteniendo como resultado una flor de calidad para su expendio.

Recomendaciones

- Para el cultivo de anturio variedad *Anthurium andraeanum* Linden ex André tropical y la producción de su flor, es recomendable utilizar como sustrato alternativo la cascarilla de arroz, ya que puede otorgar resultados similares al de la viruta de madera, que es el más utilizado en la actualidad.

- Probar con otros tipos de sustratos alternativos orgánicos disponibles que no influyan en la degradación de las especies en los hábitats en riesgos de la naturaleza como, por ejemplo: el del subproducto de la caña de azúcar "Bagazo".

REFERENCIAS

Fatollahi, S., Hasanpour, A. M., Zakizadeh, H., & Olfati, J. A. (2017). Determination the Appropriate Nutrient Solutions for Flowering of Potted Anthurium (Anthurium andreanum cv. Lentini Red) in Soilless Culture.

Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2009). Utilization of rice husk ash as novel adsorbent: a judicious recycling of the colloidal agricultural waste. Advances in colloid and interface science, 152(1-2), 39-47.

González, L. V. P., Gómez, S. P. M., & Abad, P. A. G. (2017). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. RIAA, 8(2), 141-150.

Hernández, L. (2004). El cultivo del Anthurium. Cultivos tropicales, 25(4), 41-51.

Korotkova, T. G., Ksandopulo, S. J., Donenko, A. P., Bushumov, S. A., & Danilchenko, A. S. (2016). Physical properties and chemical composition of the rice husk and dust. Orient. J. Chem, 32(6), 3213-3219.

Lozano, C. L. (2020). Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria. Recuperado de: https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33698.

Maza Solano, J. F. (2014). Efecto de diferentes sustratos sobre la aclimatación del anturio anthurium andreanum en vivero (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

Pode, R. (2016). Potential applications of rice husk ash waste from rice husk biomass power plant. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53, 1468-1485.

Sánchez-Cardozo, J., & Díaz-Barrera, L. E. (2019). Evaluación de sustratos elaborados a partir de residuos celulósicos para la propagación de flores ornamentales y hortalizas. Bioagro, 31(1), 45-55.

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. BioTecnología, 16(2), 14-46.

Suo, L. N., Sun, X. Y., & Li, S. Y. (2011). Use of organic agricultural wastes as growing media for the production of Anthurium andraeanum ‘Pink Lady’. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 86(4), 366-370.

Wilyasari, R. S., Yulianty, Y., Zulkifli, Z., & Nurcahyani, E. (2020). Morphological Characteristics of Araceae Plants in Liwa Botanical Garden, West Lampung. Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J_BEKH), 7(1), 35-40.

Anexo 1. Canteros preparados con los dos sustratos: viruta de madera y cascarilla de arroz



Anexo 2. Mediciones realizadas de las variables de interés económico para la comercialización de anturios.







