

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y
PRODUCCIÓN DEL ANTURIO (*Anthurium andreanum* Lind.) EN FASE DE
VIVERO.**

Tesis

Para optar al título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN
FORESTALES**

DICK EDERT VERGARA GIRON

**Tingo María – Perú
2013**



T
FOR
Vergara Giron, Dick Edert

Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento y producción del Anturio (*Anthurium Andreanum Lind.*) en fase de vivero. Tingo María 2013.

84 páginas.; 13 cuadros; 17 figuras.; 87 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Forestal) Universidad Nacional Agraria de la Selva , Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

- 1- ANTHURIUM ANDREANUM LIND. 2- BOKASHI (BSH)
3- VERMICOMPOST (VER) 4- GUANO DE CUY (GCY)
5- PROPIEDADES FÍSICAS 6- ESTABILIDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 17 de diciembre de 2013, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Conferencias del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua, para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL ANTURIO (*Anthurium andreanum* L.) EN FASE DE VIVERO”

Presentado por el Bachiller: **DICK EDERT VERGARA GIRON**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 17 de enero de 2014.

Ing. M.Sc. **JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO**
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. **CASIANO AGUIRRE ESCALANTE**
VOCAL

Ing. **JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO**
VOCAL

Ing. **RAUL ARAUJO TORRES**
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios; por darme la vida y la sabiduría para seguir avanzando en mi formación profesional.

A mi querido padre Rafael, que desde el cielo me guía el camino y a mi querida madre Benjamina, por su inmenso amor, dedicación y entrega brindada durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A mi hermana Cinthya Vergara por su gran apoyo, confianza y el afecto que nos une siendo la fuerza de mi vida.

A mis tíos, Esperanza y Alberto, por apoyarme durante el proceso de mi formación profesional, porque sin ellos no podría haber cumplido este logro y sueño.

AGRADECIMIENTO

Durante mi formación profesional, personal y desarrollo de la presente investigación, varias personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “alma mater” de mi formación profesional, que sus aulas llevaron a la culminación de mi carrera profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. Raúl ARAUJO TORRES, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación.

A la Sra., Luz Angélica, TELLO TUANAMA por su valioso apoyo y oportunidad brindado en el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis compañeros de estudios Iván MOZOMBITE y Gina ALVAREZ por su valioso apoyo en el trabajo de investigación.

A mis amigos y colegas, por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades	4
2.1.1. Descripción taxonómica	4
2.1.2. Características botánicas	5
2.2. Manejo del cultivo	7
2.2.1. Luz	7
2.2.2. Temperatura	9
2.2.3. Humedad	10
2.2.4. Podas	11
2.2.5. Requerimientos de nutrientes	11
2.3. Sistemas de cultivo	12
2.4. Cosecha	14
2.4.1. Clasificación de inflorescencias	15
2.5. Sustratos	16
2.6. Características de abonos orgánicos	18
2.6.1. Humus de lombriz	18

2.6.1.1.	Importancia	19
2.6.2.	Bokashi	20
2.6.2.1.	Importancia	20
2.6.3.	Guano de cuy.....	21
2.6.4.	Aserrín	22
2.6.5.	Cascarilla de arroz	23
2.7.	Propiedades físicas de sustratos.....	24
2.7.1.	Densidad real.....	24
2.7.2.	Densidad aparente.....	25
2.7.3.	Porosidad total	25
2.7.4.	Porosidad de aireación	26
2.7.5.	Capacidad de retención de agua	26
2.7.6.	Estructura estable	27
2.8.	Antecedentes.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1.	Características generales de la zona de estudio	32
3.1.1.	Lugar de ejecución.....	32
3.1.2.	Historia del campo experimental	32
3.1.3.	Condiciones climáticas.....	33
3.2.	Materiales	34

3.2.1.	Material botánico.....	34
3.2.2.	Material orgánico.....	35
3.2.3.	Materiales de campo.....	35
3.2.4.	Herramientas de campo.....	35
3.2.5.	Insumos	35
3.2.6.	Equipos de campo	36
3.2.7.	Herramientas y equipos de gabinete.....	36
3.3.	Metodología.....	36
3.3.1.	Preparación e instalación de camas	36
3.3.2.	Recolección de materiales	36
3.3.3.	Desinfección de materiales	37
3.3.4.	Pre selección y codificación de plantas.....	37
3.3.5.	Preparación de sustratos	37
3.3.6.	Trasplante de anturio	38
3.3.7.	Labores culturales.....	39
3.3.7.1.	Poda.....	39
3.3.7.2.	Riego	39
3.3.7.3.	Fertilización y control de plagas	39
3.3.8.	Disposición experimental	39
3.3.8.1.	Características del campo experimental	39

3.3.8.2.	Distribución de los tratamientos	40
3.3.8.3.	Esquema de disposición de los tratamientos	41
3.3.9.	Determinación del área foliar	42
3.3.9.1.	Colección y diagramación de las hojas	42
3.3.9.2.	Determinación del área foliar de hojas recolectadas	42
3.3.9.3.	Análisis de regresión lineal.....	42
3.3.10.	Medición de variables evaluadas	44
3.3.10.1.	Evaluación el área foliar y altura	44
3.3.10.2.	Producción de hojas.....	45
3.3.10.3.	Producción y calidad de inflorescencia	45
3.3.10.4.	Estabilidad de los sustratos.....	46
3.3.10.5.	Propiedades físicas de sustratos	46
3.3.11.	Análisis físico-químico.....	48
3.3.12.	Modelo aditivo lineal.....	49
IV.	RESULTADOS.....	50
4.1.	Área foliar	50
4.2.	Altura total	54
4.3.	Producción de hojas	57
4.4.	Producción de flores	58

4.5. Estabilidad física de los sustratos.....	62
4.6. Propiedades físicas del sustrato	64
V. DISCUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
5.2. Del área foliar	69
5.3. Altura	71
5.4. Producción de hojas	72
5.5. Producción de flores	73
5.6. Estabilidad física de los sustratos.....	75
5.7. Propiedades físicas de los sustratos	76
VI. CONCLUSIONES	80
VII. RECOMENDACIONES	82
ABSTRACT	83
VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	84
ANEXO.....	98

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

1. Rango en porcentaje de elementos químicos esenciales para el desarrollo anturio.....	12
2. Características de la variedad de anturio evaluada en el experimento	34
3. Descripción de los tratamientos en estudio	38
4. Normas de calidad de acuerdo con el departamento de agricultura del estado de Hawaii.....	45
5. Análisis de varianza (ANVA) para área foliar del <i>Anthurium andreanum</i> Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.....	51
6. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para el área foliar promedio (cm ²) del <i>Anthurium andreanum</i> L. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.....	51
7. Análisis de varianza (ANVA) para el crecimiento en altura (cm) de <i>Anthurium andreanum</i> Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.....	55
8. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para el crecimiento en altura (cm) del <i>Anthurium andreanum</i> Lind. Variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.....	55
9. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la producción de hojas	

por planta en los meses de Junio -Setiembre del 2013.....	57
10. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la producción de inflorescencia por planta en los meses de Junio - Setiembre del 2013.....	59
11. Numero de inflorescencias producidas por tratamientos según la calidad....	61
12. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la estabilidad física de los sustratos	63
13. Comparación de las propiedades físicas promedios de sustratos al final del ensayo con valores óptimos recomendados	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Parte de una planta de anturio	5
2. Localización a nivel provincial del experimento.....	33
3. Diagrama ombrotérmico con variables de temperatura y precipitación evaluadas quincenalmente.....	34
4. Diseño de cama y disposición de las plantas.....	38
5. Medición de variables en <i>Anthurium andreanum</i> Lind.....	44
6. Toma de medida del largo y del ancho de espata del anturio	46
7. Área foliar por evaluación del <i>anthurium andreanum</i> Lind. variedad tropical.....	53
8. Crecimiento en altura (cm) del <i>Anthurium andreanum</i> Lind. variedad tropical a los 30 y 135 días del trasplante.	56
9. Producción quincenal de hojas por planta del <i>Anthurium andreanum</i> L en los meses de Junio -Setiembre del 2013	58
10. Producción quincenal de inflorescencias del <i>Anthurium andreanum</i> L en los meses de Junio -Setiembre del 2013	60
11. Porcentaje de calidad de inflorescencias producidas por tratamiento entre los meses de junio-setiembre del 2013.....	62
12. Contracción de los sustratos dentro las camas de crecimiento al sexto meses de establecido.....	63
13. Porosidad total de sustratos al inicio y el final del experimento	64
14. Porosidad de aireación de sustratos al inicio y final del experimento	65

15. Capacidad de retención de humedad de sustratos al inicio y final del experimento.....	65
16. Densidad aparente promedio (g/cm^3) de los sustratos al inicio y final del experimento.....	66
17. Densidad de partículas promedio (g/cm^3) de los sustratos al inicio y final del experimento.	67

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el comportamiento y el efecto de sustratos en el crecimiento y producción del *Anthurium andreanum* L. se realizó la investigación en el vivero TROPICAL S.A.C. en la ciudad de Tingo María. Se empleó diseño de bloque al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos; los tratamientos fueron Bokashi (BSH), vermicompost (VER) y guano de cuy (GCY), combinados con tierra agrícola (TA), aserrín(AS) y cascara de arroz (CA). Para conocer el efecto se evaluó el área foliar, altura, producción de hojas e inflorescencia; para las propiedades físicas se utilizó metodología la propuesta por PIRE y PEREIRA (2003); asimismo, se determinó la estabilidad del sustratos empleando la metodología propuesta por CASARES y MACIEL (2009). El tratamiento T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) mostró la mejor respuesta para el área foliar (698.79 cm²), altura (3.12 cm), producción de hojas e inflorescencia (proyección anual 3.72 hoja/planta y 4.66 inflorescencia/planta); el 53% de la producción total de inflorescencia se concentró en la inflorescencias de tamaño pequeñas (7.62 – 10.16 cm promedio del largo y ancho de espata) y miniaturas (< 7.62 cm promedio del largo y ancho de espata). T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) demostró ser el más inestable con encogimiento del 51% del volumen inicial; por otra parte T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY), T₂ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) y T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) presentaron valores óptimos de porosidad de aireación (21.31, 21.51 y 21.6%), retención de humedad (53.1, 55.8 y 48.40%) y densidad aparente (0.31, 0.39 y 0.36 g/cm³) respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

El anturio (*Anthurium andreanum* L.) pertenece a la familia de las Araceae, género *Anthurium*, son plantas exóticas que ocupan el segundo lugar entre las flores de corte tropicales después de las orquídeas (DUFOUR y GUÉRIN, 2003). Estas ornamentales producen inflorescencias vistosas con aceptación en el mercado nacional e internacional, por su larga vida en florero. Sus inflorescencias son de las más caras en el mercado de flores a escala mundial. Según OZCELIK y OZKAN (2002) el valor del comercio mundial de tallos de anturio en 2002 fue de 20 millones de dólares; Holanda es el mayor productor del mundo con 25 millones de tallos al año, cultivados en 90 hectáreas de invernadero, seguido por Hawaii con 102 hectáreas (11.3 millones de tallos).

A diferencia de países productores como Holanda con una superficie agrícola reducida y clima frío, Perú cuenta con condiciones ambientales y un potencial productivo para participar en el sector florícola a nivel internacional. La diversidad de climas y suelos permite cultivar diferentes ornamentales, entre las que se incluye el anturio, en algunas regiones, dentro de ellas la región Lima, La libertad, Ancash y Huánuco (Tingo María); gran parte de la producción comercial es para flor de corte. Sin embargo, la diversidad de materiales con potencial de uso, como medio de crecimiento para

este cultivo ya sea como componente individual o como parte de una mezcla, así como las condiciones ideales para cada variedad, provoca que se obtengan baja producción y calidad de inflorescencias.

Para obtener mayor producción y de calidad de inflorescencia es necesario lograr un sustrato ideal, aunque es una planta bastante versátil para adaptarse a diferentes sustratos, sobre todo a los residuos de otras plantas como la paja de arroz, el bagazo, la cáscara de café, etc. Al respecto, los abonos orgánicos como el vermicompost, bokashi y el estiércol se han convertido en una opción como sustrato para el cultivo, gracias a las características que éstas confieren al medio de crecimiento y por el aporte de nutrimentos (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006). Sin embargo, un material por si solo es difícil que cumpla con las mejores condiciones físicas y químicas para el desarrollo de las plantas, por lo que es necesario hacer mezclas de materiales con diferentes propiedades físicas y químicas, lo cual se aprovecha en la elaboración de un nuevo sustrato para obtener mejores condiciones de crecimiento (BURÉS, 1997).

Justificando la realización de ensayos para solucionar el problema ¿Cuál será el efecto de diferentes sustratos provenientes de materiales locales, para mejorar las técnicas de producción bajo la concepción de sustentabilidad, sobre el crecimiento y la producción del anturio?; planteándose los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de diferentes sustratos en el incremento de área foliar y crecimiento en altura del anturio (*Anthurium*

andreaum L.) variedad tropical en fase de vivero.

- Evaluar y comparar el efecto de diferentes sustratos en la producción y calidad de inflorescencias del anturio (*Anthurium andreaum* L.) variedad tropical en fase de vivero.
- Evaluar y comparar la variación de la estabilidad y propiedades físicas los sustratos

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades

2.1.1. Descripción taxonómica

Antura (1988), citado por SOLANO (2006) reporta la siguiente clasificación taxonómica

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae
Clase	: Phoidae
Orden	: Arales
Familia	: Araceae
Género	: <i>Anthurium</i>
Especie	: <i>andreaum</i>
Nombre científico	: <i>Anthurium andreaum</i>
Nombre común	: Anturio rojo
Variedad	: Tropical

2.1.2. Características botánicas

HIGAKI y IMAMURA (1984) presenta las siguientes características botánicas (Figura 1). La planta de anturio es perenne, con una vida productiva de varios años, es herbácea, epífita y monocotiledónea

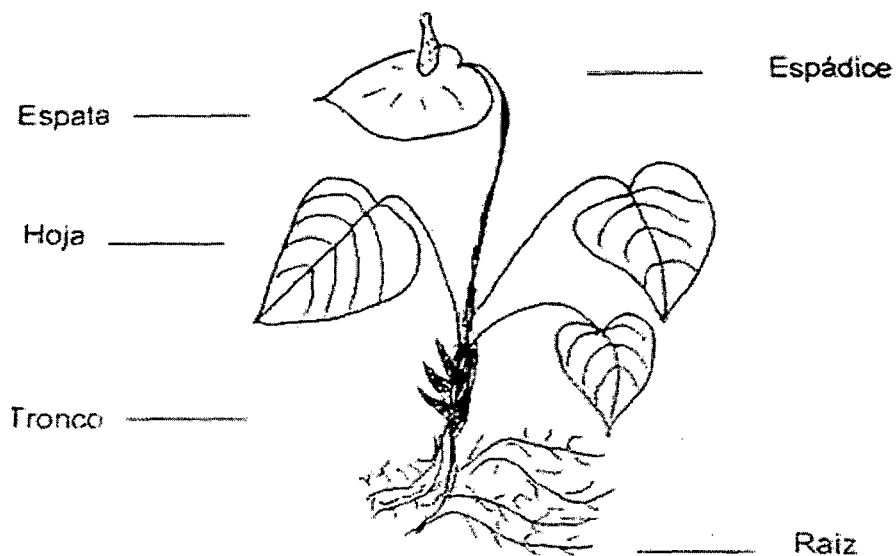


Figura 1: Parte de una planta de anturio

La raíz es fibrosa, cilíndrica, de consistencia carnosa, no profundiza mucho en la tierra, blanca, con producción de raíces adventicias (HIGAKI y IMAMURA, 1985). El tallo es caulinar, monopódico, simple, herbáceo cuando joven y semileñoso cuando adulto, llega a crecer hasta 1.5 m. El tallo principal produce de tres a ocho hojas por año dependiendo de su nutrición, ambiente y variedad.

Hojas son grandes, enteras, aovadas, cordiformes, largamente adelgazadas hacia la base o anchamente lanceoladas, según la especie. Generalmente los nervios de las hojas no llegan hasta el margen de estas,

sino que se desvían paralelamente a aquel, formando un nervio ondulado que corre paralelo al borde. Pecíolo largo y color verde brillante, ápice agudo y el borde es liso, con una disposición alternada en el tallo (ANTURA, 1998).

Flores están agrupadas en una inflorescencia en forma de espádice; grueso de colores amarillo, blanco, verde y rojizo, con 300 florecillas diminutas, aproximadamente, las cuales son blancas, hermafroditas, con un ovario, dos carpelos y cuatro anteras (ANTURA, 1998).

El perianto consiste en cuatro pétalos carnosos que componen una semicorola. Cuando la flor madura, el estigma aparece con una protuberancia redondeada en el espádice; cuando están listos para ser polinizados aparecen húmedos y brillantes (ANTURA, 1998).

El espádice está cubierto por una gran hoja modificada llamada espata o bráctea, de colores vistosos como rojo, anaranjado, blanco, rosado, café, colores combinados y diferentes tonalidades de los colores anteriores (MURGUÍA, 1996).

La planta produce flores todo el año; la secuencia de hoja, flor y nueva hoja se mantiene a través de toda la vida de la planta y el intervalo entre cada nacimiento de una nueva hoja se acorta o alarga de acuerdo con los cambios en las condiciones ambientales (MURGUÍA, 1996).

Frutos aparecen después de la polinización de las flores como unas protuberancias verrugosas sobre el espádice; estos son bayas globulosas amarillas o rojas de 0.5 m que contienen de una a dos semillas

pequeñas de 0.03 m. y color amarillo (MURGUÍA, 1996).

2.2. Manejo del cultivo

2.2.1. Luz

El anturio se considera una especie exigente en cuanto a cantidad y calidad de luz; requiere óptimos niveles de luz y se debe evitar en todo momento la incidencia directa de los rayos solares porque producen quemaduras, decoloran la espata, tornan de color café el espádice y hasta disminuye el tamaño de la espata (BUSHE et al., 2004). Para evitar estos daños es indispensable proteger los cultivos mediante pantallas especiales, con cintas de aluminio, pero la solución más económica es colocar una malla negra que sea capaz de detener entre 50-80 % de la radiación solar. Esta malla puede tenderse sobre estructuras de madera, metálicas o, si ya se tienen túneles de plástico, directo sobre la cubierta (ANTHURA, 2008; VAN HERK et al., 1998; HIGAKI e IMAMURA, 1985).

Puesto que la intensidad luminosa varía a lo largo del año, es recomendable variar el calibre de malla en función de la intensidad luminosa. Otros métodos para reducir la incidencia luminosa son pintar la cubierta plástica con yeso o instalar una pantalla móvil (VAN HERK et al., 1998). La intensidad luminosa más apropiada para el cultivo de *A. andreanum* a la altura de las plantas se sitúa entre 256-360 $\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$ y para *A. scherzerianum* entre 200-275 $\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$ (ANTHURA, 2008).

La intensidad luminosa insuficiente conlleva al alargamiento y

disminución de la calidad de las plantas, junto con la disminución del rendimiento (flores año⁻¹). En días soleados y con radiación máxima de 1,500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, el cultivo necesita 80 % de sombra y en zonas tropicales se requiere 75 % de protección. Se recomienda preferentemente el uso de dos mallas sombra, por ejemplo, una fija que proporcione 60 % y otra el 50 % de protección. La malla móvil puede cerrarse en periodos de sequía y al mediodía para evitar intensidades luminosas mayores a 500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (SONNEVELD y VOOGT, 1993).

En el cultivo del anturio se pueden manejar diversos niveles de sombreado o de intensidad lumínica definidos en función de la ubicación geográfica, altitud, época del año y variedades. En Hawaii se ha reportado que con intensidades luminosas de 125 y 250 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ son suficientes para no tener problemas en el número de brotes, inflorescencias, coloración y calidad de la inflorescencia en anturios cultivados (HENNY *et al.*, 1988).

PROEXANT (2005) menciona que, el anturio crece siguiendo un ciclo alternante de hoja-flor-hoja-flor. En la axila de cada hoja existe el principio de una flor, o sea, en teoría la producción de flores puede ser idéntica a la de hojas, en la realidad, la producción de hojas es mayor debido a varios factores, siendo el principal de ellos la intensidad luminosa, fuente de energía para generar de productos de asimilación en el anturio. Para su desarrollo, la planta necesita dichos productos en cantidades que varían en función de la temperatura, cuanto más alta sea ésta, tanto mayor será la necesidad de productos de asimilación.

En la absorción de los productos de asimilación el botón tiene que competir con las hojas y las raíces, sobre todo de día, de noche, cuando la competencia es menor, el botón puede absorber los productos de asimilación restantes. Se desprende que cuanto mayor sea la intensidad luminosa, tanto mayor será la cantidad de productos de asimilación disponibles para la flor. No obstante, un exceso de luz puede calentar a la planta excesivamente, si esto sucede, al principio el crecimiento de la planta será menor, debido a que la planta, en un intento de protegerse del exceso de luz, cerrará los estomas. Debido a esto, la planta no puede eliminar el calor, lo que en fases sucesivas se manifestará en decoloración y otros daños visibles.

2.2.2. Temperatura

El anturio es una planta tropical que para desarrollarse sin problemas necesita temperaturas que oscilen entre 18 y 28 °C; las temperaturas mínimas y máximas deben ser 14 y 35 °C, respectivamente. Aun cuando la planta resiste estas temperaturas extremas, existe el riesgo de daños (HIGAKI y RASMUSSEN, 1979). Al inicio de la floración se recomiendan rangos de temperatura de 18 °C y 27 °C siempre y cuando se mantenga la humedad relativa mayor a 70 % y en función de la variedad (NOORDEGRAAF, 1973).

En anturio, la iniciación floral y el desarrollo de la planta se logra con temperatura promedio de 18 °C, siendo la óptima 25 °C, aunque es mejor una temperatura de 28 °C con humedad relativa de 70 % y máxima de 30 °C (MURGUÍA y LEE, 2008). La temperatura base para anturio es de 14 °C (VAN

HERK, *et al.*, 1998; DUFOUR y GUERIN, 2003).

Si durante la producción o transporte de plantas la temperatura desciende por debajo de 14 °C, pueden aparecer diferentes daños. En plantas jóvenes las hojas se tornan de color marrón claro a marrón oscuro en los bordes y en las nervaduras. En los tallos aparecen manchas oscuras y las hojas jóvenes se vuelven marchitas porque son las más sensibles (BUSHE *et al.*, 2004).

2.2.3. Humedad

El cultivo requiere entre el 70 y 80 % de humedad relativa para mantener la cerosidad en hojas e inflorescencias (MURGUÍA y LEE, 2008). La humedad del aire debe ser alta pero hay que poner atención cuando se tienen altas temperaturas porque se puede favorecer la presencia de plagas como pulgones o áfidos (MURGUÍA, 1996).

Se recomienda mantener la humedad relativa alta mediante aspersiones o nebulizaciones con agua sobre el follaje y tallos o colocar la maceta sobre un plato, evitando que la base quede en contacto con el agua, para prevenir la pudrición de las raíces. El agua para nebulización no debe estar muy fría porque se corre el riesgo de amarillar las hojas. El aire seco a su alrededor, debido a la calefacción o a las corrientes de aire, es un factor que provoca amarillamiento del follaje (ANTHURA, 2008; VALDÉZ y HERNÁNDEZ, 2005 y VAN HERK, 1992).

2.2.4. Podas

La realización de poda de hojas se realiza con el fin de que exista un entre éstas y las flores, porque de haber demasiadas hojas los capullos florales tienen dificultades para emerger de entre las mismas e incluso pueden llegar a abortar por no recibir suficiente luz (ANTHURA, 2007).

La producción de hojas es mayor que la de flores dependiendo esta última de factores tales como: la variedad, clima, suelo y principalmente de la intensidad luminosa, cuanto mayor es ésta mayor es la cantidad de flores producidas (ANTHURA, 2007).

2.2.5. Requerimientos de nutrientes

El tema de la nutrición vegetal es muy importante, esto consiste en que la planta necesita uno o varios de los 13 elementos esenciales que necesitan todos los vegetales para sobrevivir. Para COMPOSTADORES (2006) 13 elementos químicos esenciales que necesitan todas las plantas para vivir, los toman principalmente del suelo, los cuales se clasifican en macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Co, Cu, Mo y Cl). Los Macronutrientes los absorben en grandes cantidades, mientras que los Micronutrientes lo hacen en mucha menor proporción, aunque ambos son igualmente necesarios.

PROEXANT (2005) indica los rangos de elementos químicos esenciales para el buen desarrollo del anturio los que se presentan en el Cuadro 1 y fueron determinadas en muestras compuestas de 15 hojas recién desarrolladas, sin pecíolo.

Cuadro 1: Rango en porcentaje de elementos químicos esenciales para el desarrollo anturio.

ELEMENTO	BAJO (%)	ÓPTIMO (%)	ALTO (%)
Nitrógeno (N)	1.2-1.5	1.5-3.0	> de 3.0
Fosforo (P)	0.15-0.19	0.2-0.7	> de 0.7
Potasio (K)	0.7-0.9	1.0-3.5	> de 3.5
Calcio (Ca)	0.8-1.1	1.2-2.0	> de 2.0
Magnesio (Mg)	0.25-0.4	0.5-1.0	> de 1.0
Azufre (S)	0.12-0.15	0.16-0.75	> de 0.75

Fuente: PROEXANT (2005)

BRACHO (2005) menciona que la respuesta diferencial está determinada por el nivel inicial de nutrimento, aportes de nutrimentos de los materiales orgánicos y el programa de fertilización utilizado. BALAGUER (1999) menciona que el incremento en altura se debe principalmente al porcentaje de fósforo y potasio existente en su composición química, lo que permite el crecimiento de la planta, así como la mayor formación de tejidos, favoreciendo el incremento de materia seca. Al respecto CASTAÑEDA (1997), indica que la altura de planta es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, por lo que presenta fuerte correlación con número de hojas y superficie foliar.

2.3. Sistemas de cultivo

El sistema de cultivo debe elegirse en función de la disponibilidad de los materiales y recursos de la zona. Las principales formas desarrolladas

han sido el cultivo en macetas, camas y bancales (VALDEZ y HERNÁNDEZ, 2005).

ÓZELIK y ÓZKAN (2002) mencionan que, cuando se usan camas de cultivo se recomienda construirlas de 6 x .90 x .30 m, de largo, ancho y alto respectivamente, con densidad de plantación de 8 plantas m^{-2} en tres líneas por cada cama con sistema de riego por goteo. La distancia de plantación puede ser de 30 x 30, 20 x 20 o 40 x 40 cm. Es conveniente aislar totalmente la superficie del suelo de la del sustrato de las plantas para impedir el paso de las enfermedades, para tal efecto se puede utilizar grava en las calles y bajo el sustrato del cultivo, así como también debe haber una pendiente de 5%, de tal forma que el agua fluya y se evite su acumulación alrededor de las raíces (RODRÍGUEZ, 1999).

PROEXANT (2005) cita que, la siembra de estas plantas debe ser más bien superficial a una profundidad de 5 cm. Para maximizar la producción se puede utilizar una distancia de 30 x 30 cm. entre plantas y entre hileras en camas de 120 cm. se debe realizar una poda fuerte cada 4 años, para la planta es suficiente permanecer con 4 hojas después de la poda, sin que se afecte su producción ni la calidad de la flor, las raíces del anturio se extienden lateralmente en las eras, por lo que es necesario cubrirlas con materia orgánica o sustrato al menos dos veces al año para estimular el enraizamiento, la altura de esta cobertura tiene que ser de 10 cm.

RODRÍGUEZ (1999) sugiere que, la siembra de plantas

comerciales puede hacerse en camas o bancales y/o en bolsas negras grandes; el ancho y largo de los bancales puede ser variable de acuerdo con la superficie que se vaya a destinar al cultivo; el ancho no debe sobrepasar de 1.70 m. para que se puedan maniobrar bien las plantas. También existen sistemas de cultivo elevados donde se emplean construcciones de barras o mallazos (usados para armar hormigón) de las que se suspenden macetas. La desventaja de este sistema es la poca flexibilidad en cuanto a la distancia entre las macetas y el tamaño de éstas (ATEHORTÚA y PIZANO, 1999).

Por último, el sistema de cultivo en macetas permite mayor flexibilidad para sacar las plantas para su trasplante, clasificación, transporte o cuando los problemas de enfermedades son frecuentes (MURGUÍA y LEE, 2008). Sobre todo permite el óptimo aprovechamiento del espacio disponible y resultan fáciles de automatizar. En términos generales se puede decir que los sistemas de riego colocados en las bases de las plantas requieren que las macetas estén elevadas para evitar que se forme una capa de agua en el fondo de las mismas.

2.4. Cosecha

Para MURGUÍA (1996) las flores se cosechan cuando la flor aparece completamente abierta y la parte superior del pedúnculo e inferior de la espata se siente dura y no flácida; además la flor madura presenta un cambio gradual de color en el espádice, aproximadamente evidente en un cuarto de su tamaño. Algunos autores mencionan que el anturio puede tener

un potencial de tres a ocho flores por planta al año. RAGEL (2011), menciona que el número de inflorescencias producidas en los ciclos otoño-invierno son menores a las producidas en la primavera-verano en cuatro variedades de anturio para flor de corte cultivadas. CASERES y MACIEL (2009), donde su mayor producción fue de 4.8 flores en proyección anual mientras KAMEMOTO y KUENHLE (1996) registró 6 flores por planta por año.

En el florero estas pueden durar de 15 a 25 días, dependiendo del clima. Para ANTURA (1998), el grado de madurez en que debe cortarse la flor viene determinado por la maduración de su parte femenina. Normalmente la parte masculina aún no está lista para su cosecha. La producción de hojas es un índice de la cantidad de flores que es capaz de producir una planta.; cada axila de las hojas puede brotar una flor (ANTHURA, 2007).

2.4.1. Clasificación de inflorescencias

En la clasificación de inflorescencias de anturio existen dos criterios principalmente, el de Europa y el de Estados Unidos (VALDÉZ y HERNÁNDEZ, 2005). El primero considera el tamaño de la espata y la longitud del pedúnculo para determinar la cantidad de inflorescencias que se pueden empacar por caja. El tamaño de la espata va desde los 6 hasta 15 cm o más y de esta manera poder empacar desde 21 hasta 8 inflorescencias por caja. En cambio, en el criterio de Estados Unidos solo se considera el tamaño de la espata, el cual es el promedio del largo y ancho de la misma (DUFOUR y GUÉRIN, 2003) y las categorías se dividen en corsage (menor de 5 cm), peje

(menor de 6 cm), miniatura (de 6.5 a 7.5 cm), pequeño (de 7.5 a 10 cm), mediano (10 a 12.5 cm), grande (de 12.5 a 15 cm) y extragrande (mayor de 15 cm) VALDÉZ y HERNÁNDEZ (2005). En México cada productor tiene su categoría de acuerdo a las necesidades del comprador y la mayoría las divide en siete u ocho categorías donde la espata mide desde 5 cm hasta 15 cm y el tallo de la inflorescencia desde los 20 cm hasta los 50 cm.

2.5. Sustratos

En un sistema de cultivo sostenible los materiales y sustratos deben ser de bajo costo, con una vida útil de por lo menos de 3 a 4 años, tener propiedades físicas perdurables durante su uso (capacidad de humedad, resistencia al calor), ser seguro (sin riesgo para humanos al consumir los vegetales) y que sea reciclable (VAN OS, 2001).

Dentro de su guía de cultivo de anturios la empresa Anthura recomienda usar sustratos con estructura estable, ya que el cultivo dura el menos de 5 a 6 años. El sustrato debe ser capaz de retener agua y fertilizantes, tener fácil drenaje, no se debe pudrir ni desintegrarse, no debe contener ninguna sustancia tóxica, ofrecer suficiente soporte a la planta y con fracciones (2-5 cm) que favorezcan la circulación del aire (VAN HERK *et al.*, 1998).

Los primeros sustratos recomendados para anturio fueron hojarasca de coníferas, corteza de pino y varios tipos de turba, como *sphagnum*, peat moss y turba fibrosa. La mayoría de estos sustratos tienen

alta capacidad de aireación pero limitada retención de humedad, lo cual es una desventaja para el anturio (HOLCROFT y LAING, 1995; HIGAKI y IMAMURA, 1985).

El anturio necesita de buena aireación en las raíces y por lo tanto debe crecer en sustratos con alta porosidad como el polifenol (Oasis), peat granulado, cáscara de coco, cenizas de lava o carbón y piedra pómez. Otro sustrato es la lana de roca o caucho de poliuretano, que puede ser comparado con la piedra pómez, ya que tiene propiedades físicas similares (ÓZELIK y ÓZKAN, 2002). Sin embargo, a pesar de todos los requerimientos, el sustrato empleado siempre estará en función de la región donde se ubique el cultivo porque lo mejor es usar materiales que estén disponibles en cantidad y calidad y que, además, sean económicos.

En Francia se utiliza la mezcla (1:2) de trozos de madera y pouzzolane (grava volcánica de la región) de 5 a 15 mm de diámetro (DUFOUR y GUÉRIN, 2003; DUFOUR, 2001). En la isla Mauricio, principal exportador hacia los países europeos y el segundo más importante a escala mundial después de Holanda (NOWBUTH, 2001), se han probado y mejorado diferentes mezclas que brindan buenos resultados. Entre ellos destacan la mezcla de suelo y bagazo (2:1), aserrín:estiércol:suelo 1:1:1 y bagazo:estiércol:suelo 1:1:1 (NOWBUTH, 2001).

En México se han probado como sustratos pergamino de café, cascarilla de arroz, hojas descompuestas de leguminosas, hojarasca del árbol

de chalahuite (*Inga vera*), bagazo de caña, aserrín, pulpa de café descompuesta y estopa de coco molida (MURGUÍA y LEE, 2008). En lugares donde se está empezando a producir anturio, como Tabasco y Yucatán, se están probando nuevas opciones en cada región que pudieran funcionar como sustratos para el cultivo. Las mezclas probadas han sido tierra negra con viruta (1:2) donde se obtienen inflorescencias de mayor calidad (mayor largo y ancho de espata y largo de pedúnculo), así como la mezcla de tierra y fibra de coco (1:2) (MURGUÍA y LEE, 2008). Otras mezclas usadas se componen de residuos de la producción agrícola de la región, como bagazo de caña, cascarilla de cacao, estiércol y cascarilla de arroz.

2.6. Características de abonos orgánicos

2.6.1. Humus de lombriz

Banco (1987), citado por RÍOS y CALLE (1994) manifiestan que, el humus de lombriz es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, esto es básicamente la mineralización y resíntesis de las sustancias orgánicas en complejos coloidales amorfos. Las lombrices mineralizan la materia orgánica en el primer tercio de su aparato digestivo y luego la humifican en la parte posterior del intestino por acción de microorganismos presentes en esta sección intestinal. Contiene nitrógeno (N) mineralizado y además posee gran cantidad de bacterias fijadoras de N (*Azotobacter*). La cantidad de N depende de la alimentación de la lombriz.

Según Ríos y Rime (1992), citado por RÍOS y CALLE (1994)

manifiestan que la aplicación en suelos degradados aumenta los rendimientos de hortalizas; además de suministrar nutrientes, mejora las propiedades físicas del suelo aumentando la porosidad aérea, la agregación del suelo, y la capacidad de retención de humedad.

2.6.1.1. Importancia

HUMEVERD (1988) indica que el humus presenta las siguientes propiedades:

- pH neutro, permitiendo aplicarlo en cualquier dosis sin correr el riesgo de quemar los cultivos.
- Posee una relación C/N cercanos a 11-12 ideal para la mineralización del nitrógeno.
- El humus de lombriz posee sustancias reguladoras de crecimiento tales como: auxinas, ácido giberélico, etc.
- El humus es 5 veces más rico en nitrógeno asimilable, 11 veces más rico en fosfatos asimilables, 7 veces más rico en potasas asimilables y 3 veces más rico en magnesio que las sustancias orgánicas que degradan.
- Fija o libera los elementos o nutrientes minerales del suelo.
- Puede retener 1.5 veces su peso en agua y reduce el

escurrimiento con los fertilizantes químicos.

2.6.2. Bokashi

El Bokashi se obtiene a través de un proceso de fermentación aeróbica, que se puede elaborar con materiales locales de las diversas zonas del país, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en otras regiones (MASAKI *et al.*, 2000).

Resulta de la descomposición y transformación de la materia vegetativa y animal como: cascarilla de arroz, tierra cernida, gallinaza o estiércol, carbón vegetal, salvado de trigo, pulido de arroz, tierra negra, cal o ceniza, melaza o piloncillo y levadura para pan (RODRIGUEZ y PANIAGUA, 1994).

2.6.2.1. Importancia

RESTREPO (2005) presenta algunas de las bondades del Bokashi:

- Puede ser elaborado fácilmente por cualquier agricultor, en la cantidad necesaria y utiliza el material que está disponible en la zona.
- Constituye una fuente de nutrientes para las plantas
- Aumenta el contenido de la materia orgánica en el suelo.

- Mejora la retención de agua.
- Representa una alternativa más económica que el uso de otros abonos.
- No se forman gases tóxicos ni malos olores.
- Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades.

2.6.3. Guano de cuy

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol. La utilización de estiércoles ha sido una práctica muy difundida como forma de incorporar residuos a los suelos, en especial para restablecer los niveles de materia orgánica perdidos por sucesivos ciclos agrícolas de cultivo (SANCHES, 2003).

Las principales ventajas se logran con la incorporación de nutrientes, el incremento en la capacidad de retención de humedad y mejora la actividad biológica con los cuales se incrementa la productividad. No se recomienda el uso de estiércol frescos al suelo por que pueden ser portadores de malezas y de algunas clases de parásitos de la planta, además, el estiércol puede que queme semillas y/o plantas (SANCHES, 2003).

2.6.4. Aserrín

El aserrín es el residuo de la madera más común y más ampliamente distribuido. Tiene muchas características que lo hacen deseable para la preparación de sustratos. La especie de árbol, del cual deriva, influencia la durabilidad del aserrín y la cantidad de nitrógeno complementario requerido para mantener un crecimiento normal de las plantas. Algunas especies contienen toxinas que pueden tener efectos negativos sobre las plantas cultivadas. El pH del aserrín puede variar con la especie de origen entre 4.8 a 6.8 (ROJAS, 1987).

ALVAREZ (2005) todos los tipos de aserrín mejoran las condiciones físicas del sustrato. El tamaño de partícula del aserrín permite que sea fácil su mezcla con otros componentes. Es comparable con la turba en su efecto favorable sobre la densidad, porosidad y aireación. Después de la descomposición ocurre un aumento en la agregación e intercambio de cationes en sustratos enmendados con él. El contenido muy bajo de nitrógeno del aserrín excluye cualquier dificultad con la estabilidad química y biológica posterior a la pasteurización. Más aún, el aserrín con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica.

La solución obvia al problema de reducción del nitrógeno es agregar nitrógeno a las mezclas con aserrín. La adición de nitrógeno de 1 a 2% de N por peso de aserrín compensará la reducción de nitrógeno.

La cantidad de nitrógeno que debe ser agregado para compensar

la merma de nitrógeno por el aserrín puede elevar las sales solubles a concentraciones fitotóxicas. Este problema es crítico especialmente cuando son usadas formas inorgánicas solubles de nitrógeno. Las fuentes orgánicas de nitrógeno por lo general no aumentan las concentraciones salinas inmediatamente, pero su uso presenta problemas si la mezcla, con el fertilizante orgánico agregado, es pasteurizada. Se forman cantidades tóxicas de amonio poco después de la pasteurización, causando daño severo a las plántulas y los esquejes. El nitrógeno orgánico puede ser aplicado después de la pasteurización, pero esto es contrario a los programas recomendados para el control de enfermedades en los cuales todos los materiales agregados a la mezcla deben ser pasteurizados

2.6.5. Cascarilla de arroz

Según CALDERÓN (2001) este material es un subproducto de la industria molinera, que se produce ampliamente en las zonas arroceras y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Se presenta como material liviano, de buen drenaje, buena aireación, pero presenta una baja retención de humedad inicial y es difícil conservar la humedad homogéneamente cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. A medida que envejece va aumentando su capacidad de retención de humedad. Se comporta bien como sustrato en los sistemas que utilizan canaletas. Tiene una buena inercia química inicial, aunque con el paso de los años, dos o más, se va descomponiendo.

La cascarilla es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje. Está disponible a un costo bajo en cierta áreas y puede ser utilizado en sustitución o junto con turba; las cascarilla de arroz es de peso ligero, uniforme en grado y calidad, más resistente a la descomposición debido al alto contenido de sílice y posee menor efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo. No introduce plagas, pero es recomendada la pasteurización del sustrato, porque contiene muchas semillas de malezas (ALVARADO y SOLANO, 2002).

2.7. Propiedades físicas de sustratos

Las propiedades físicas de los sustratos están íntimamente ligadas al tipo de material que las compone, es decir a su composición granulométrica, densidad, volúmenes de sólidos y poros y la relación entre ellos, etc. Por propiedades físicas se entienden aquéllas que se pueden ver y sentir, tales como: color, capacidad de retención de humedad, textura, densidad, porosidad, etc (HINE, 1991). Las propiedades físicas de un sustrato son más importantes que las químicas, puesto que las segundas las podremos modificar mediante el manejo de las soluciones nutritivas, siendo las primeras más difíciles de modificar (HILLEL, 1982).

2.7.1. Densidad real

La densidad real se define como el cociente entre la masa de las partículas del sustrato y el volumen que ocupa, sin considerar a poros y huecos; ésta no depende del grado de compactación ni del tamaño de

partícula. Las sustancias minerales pueden presentar valores de densidad real de 2.65 g/cm^3 , mientras que los compuestos orgánicos presentan valores promedios de 1.50 g/cm^3 (ANSORENA, 1994).

2.7.2. Densidad aparente

Se denomina densidad aparente de un sustrato, al peso seco del mismo por unidad de volumen que incluyen todos los espacios ocupados por aire y materiales orgánicos. Esta característica es frecuentemente utilizada para estimar la capacidad total de almacenaje del medio de cultivo y su grado de compactación (HILLEL, 1982; MILLER y DONAHUE, 1995 y ANSORENA, 1994).

Un sustrato con baja densidad aparente resulta económicamente beneficioso, debido a que mejora significativamente la capacidad operacional del medio de cultivo, disminuyendo los costos de transporte y manipulación de materiales (ABAD, 1993).

2.7.3. Porosidad total

La porosidad de un sustrato consiste en el volumen total que no está siendo ocupado por partículas sólidas, minerales u orgánicas (HILLEL, 1982 y BURÉS, 1997). El valor óptimo de porosidad es superior al 85%, razón por la cual podemos cultivar con volúmenes reducidos de sustrato, dejando un gran volumen disponible al aire y a la solución nutritiva (GRAS, 1982). No es suficiente que el sustrato posea una elevada porosidad total, sino que es

necesario que ésta se encuentre convenientemente repartida entre poros de gran tamaño o macroporos, que se hallan ocupados por aire, y poros de menor tamaño o microporos que alojan agua en su interior (ANSORENA, 1994).

2.7.4. Porosidad de aireación

Según ABAB *et al.* (1993) la porosidad de aireación, es el espacio poroso que facilita el drenaje (constituido por los poros muy grandes). POOLE *et al.* (1981) indica que el valor óptimo se sitúa entre el 20-30%, siendo dicho valor el encargado de suministrar aire y por lo tanto, oxígeno a las raíces de la planta. Lo más importante es que el sustrato proporcione suficiente espacio para que las raíces crezcan y almacenen oxígeno siendo una de las características del anturio, de no transportar oxígeno de las hojas a las raíces (HERK *et al.*, 1999).

PIRE y PEREIRA (2003) indica para la cáscara de arroz y el bagazo de caña valores promedios de 68.2 y 47% de porosidad de aireación. RAVIV *et al.* (2002) menciona que un alto volumen de aireación es una característica que favorece al libre drenaje disminuye al mismo tiempo la capacidad de retención del agua lo cual acarrea problemas de manejo del cultivo ya que solo requeriría riegos excesivamente frecuentes.

2.7.5. Capacidad de retención de agua

Dentro de un sustrato, el agua es retenida de dos formas, como

una delgada película que envuelve las partículas y agregados, adsorción, o en fase líquida dentro de los poros de menor tamaño (HILLEL, 1982). Un sustrato será considerado como adecuado, cuando el agua fácilmente disponible fluctúe entre 20 a 30% del volumen total del agua del medio (DE BOODT *et al.*, 1974).

Un sustrato puede presentar una pobre retención de agua fácilmente disponible cuando su porosidad total es baja, los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad, los poros son muy pequeños y la planta no es capaz de extraer una parte importante del agua, existe una elevada concentración de sales en la solución acuosa y una combinación de las situaciones anteriores (ABAD, 1993 y ANSORENA, 1994).

2.7.6. Estructura estable

Que permita una buena durabilidad del material y una manipulación adecuada (GRAS, 1982). La descomposición de la materia orgánica en el sustrato debe ser mínima, ya que puede producir una textura más fina y una baja aireación. Dentro del contenedor, el volumen del sustrato es pequeño para el crecimiento de las raíces y cualquier reducción significativa es perjudicial para el normal desarrollo de las plantas (PASTOR, 2000).

POLACK (2006) menciona que para flores de corte, donde en las camas compuestas en parte por compost se tiene que reponer sustrato,

afectando negativamente el costo de manejo del cultivo.

2.8. Antecedentes

El anturio planta epífita con raíces aéreas, que puede crecer de manera eficiente en sustratos de alta porosidad (ÓZELIK y ÓZKAN, 2002). Adaptada al trópico, tolera temperaturas desde 15 °C a 30 °C y debe permanecer con una humedad relativa entre el 60 y 80% (ANTHURA, 2007). Es uno de los rubros más cotizados en la flores tropicales a nivel mundial (DUFOUR y CLAIRON, 1997) y su cultivo ha evolucionado hacia el uso de sustratos alternativos (CÁSARES y MACIEL, 2009).

El anturio comparte la problemática de usar sustratos importados y costosos, con otros cultivos, como por ejemplo las hortalizas de la familia de las Solanáceas. En este sentido, uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum* sp). Las características físicas, químicas y biológicas de esta turba permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas pero, su elevado costo y explotación no sostenible, ha comenzado a restringir su uso (BRAVO *et al.*, 2006).

CALDERÓN (2004) menciona que el mercado actual ofrece una diversidad de estos materiales, los cuales presentan propiedades físicas, químicas y biológicas propias para un buen desarrollo de las plantas; sin embargo, aspectos como el precio, el manejo, la finalidad, la productividad y la disponibilidad de estos sustratos son factores decisivos en el éxito o fracaso en

la utilización de los mismos

En lugares donde se está empezando a producir anturio, como Tabasco y Yucatán, se están probando nuevas opciones en cada región que pudieran funcionar como sustratos para el cultivo. Las mezclas probadas han sido tierra negra con viruta (1:2) donde se obtienen inflorescencias de mayor calidad (mayor largo y ancho de espata y largo de pedúnculo), así como la mezcla de tierra y fibra de coco 1:2 (MURGUÍA y LEE, 2008). Otras mezclas usadas se componen de residuos de la producción agrícola de la región, como bagazo de caña, cascarilla de cacao, estiércol y cascarilla de arroz.

Evaluaciones de las respuestas del cultivo a diferentes sustratos de disponibilidad local, han sido señaladas en Venezuela, encontrándose buenos resultados para la mezcla de 2/3 aserrín de coco y 1/3 cáscara de arroz para anturio de corte (CÁSARES y MACIEL, 2009) igual que para sustratos a bases de corteza de coco y resina fenólica, conocida como oasis.

AGREDA (2011) al evaluar la repuesta del anturio cultivados en macetas en diferentes sustratos en Venezuela; donde se probaron tres mezclas S_1 : (2/3ADC+ 1/3CDA), S_2 : (1/2ADC+1/2CDA) y S_3 : (1/3ADC+1/3CDA+1/3 C) de materiales de disponibilidad local con diferentes proporciones de aserrín de coco (ADC), cascarilla de arroz (CDA) y compost (C) y dos sustratos comerciales: Sogemix vt-m de origen canadiense y Terraflor, Obteniéndose que los sustratos de disponibilidad local formulados en ese ensayo, no demostraron diferencias con sustratos comerciales, en cuanto al desarrollo de la parte aérea

y la producción de inflorescencias. Para lo cual recomienda sustituir la variable altura de la planta por el área foliar.

En Latinoamérica existen estudios para el cultivo, obteniendo resultados positivos con el sustrato compuesto con turba ácida 40%, cachaza 40% y zeolita 20% con base al peso (CORBERA *et al.*, 2008). En México donde los mejores sustratos para el anturio resultaron ser la mezcla de lombricompost y tezontli (MURGUIA, 2002), aunque no es especificada la proporción. En Venezuela existen antecedentes de estudios de las propiedades físico- químicas de sustrato de disponibilidad local, destacando materiales orgánicos vegetales como la fibra y aserrín de coco, cascarilla de arroz y el bagazo de caña BRACHO *et al.* (2009) y PIRE *et al.* (2003), que son productos disponibles en el país y han sido evaluados como sustratos CÁCERES y MACIEL (2009) siendo el aserrín de coco uno de los más referenciados como sustitutos OFFORD *et al.* (1998) y EVANS *et al.* (1996), debido a que las características del mismo son ideales para formar un sustrato y tiene la capacidad de retener varias veces su peso en agua.

SOLANO (2006) en Tingo María, reporto mayor área foliar y producción de inflorescencia en anturio (*Anthurium andreanum* L.) en cascarilla de café (872.8 cm² y 25 inflorescencia); y menor área foliar y producción en sustratos de cascarilla de arroz (610.3 cm² y 3 inflorescencias) y aserrín (631.9 cm² y 4 inflorescencias). TORRES (2011) al evaluar el efecto de diferentes sustratos a partir de esquejes e hijuelos en Tingo María, adicionando 10 g de

guano de isla. Reporto mayor altura y producción de inflorescencia en hijuelos aplicados en viruta descompuesta (67.7 cm y 4 inflorescencias) y en tratamientos con viruta y hojarasca descompuesta registraron mortandad de un 20% en ambos casos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales de la zona de estudio

3.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del vivero "Tropical S.A.C.", de propiedad de la Sra. Luz Angélica Tello Tuanama, localizado en el sector Primero de Mayo, centro poblado menor de Castillo Grande, en la ciudad de Tingo María.

La ubicación política, se encuentra en la región Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito Rupa Rupa, ciudad de Tingo María, sector Primero de Mayo ubicado a 388409.40 m Este y 8974260.08 m Norte.

3.1.2. Historia del campo experimental

El vivero Tropical S.A.C se ha dedicado exclusivamente a la producción de anturio variedad tropical desde el año 2004, tiene como mercado la ciudad de Lima y Tingo María siendo comercializadas atreves de su florería Tropical S.A.C. Los datos aportados en el manejo por el propietario no han tenido una base científica siendo este el primer trabajo de carácter científico.



Figura 2. Localización a nivel provincial del experimento

3.1.3. Condiciones climáticas

La información sobre los parámetros climatológicos ha sido obtenida en la estación principal del gabinete de meteorología y climatología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) - Tingo María, (Anexo 8). El clima de la zona corresponde a un bosque húmedo sub tropical (bh-ST).

Según los datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación fue: temperatura promedio mensual 25.02 °C, la humedad relativa 84.6%, la máxima precipitación fue de 141.7 mm en la segunda quincena del mes de agosto y en la segunda quincena del mes julio se registró mayor horas de sol (112.4 h).

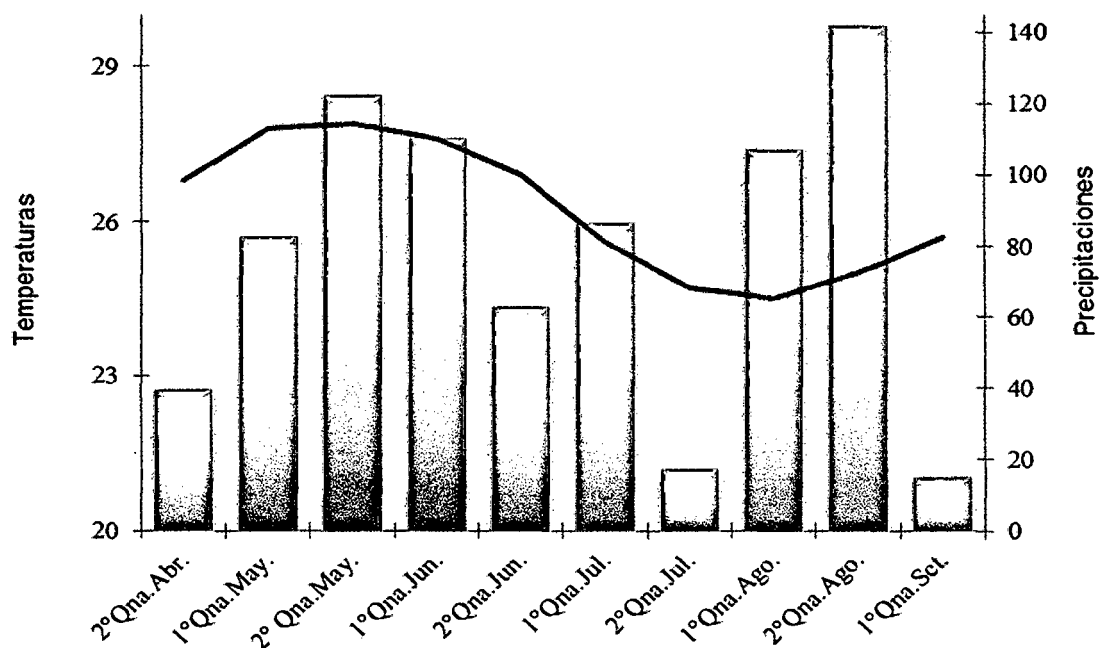


Figura 3. Diagrama ombrotérmico con variables de temperatura y precipitación evaluadas quincenalmente.

3.2. Materiales

3.2.1. Material botánico

Se emplearon plantas de anturio (*Anthurium andreanum* Lind.) variedad tropical, proporcionado por el vivero Tropical SAC. variedad de origen holandés introducido en el vivero el año 2005.

Cuadro 2. Características de la variedad de anturio evaluada en el experimento

Características	Tropical
Color espata	Roja
Color espádice	Verde
Vida en florero (días)	23
Diámetro espata	12 - 14 cm

Fuente: RANGEL (2011)

3.2.2. Material orgánico

Se ha utilizado abonos como: vermicompost, bokashi y guano de cuy que fueron mezclados con tierra agrícola, cascara de arroz y aserrín en diferentes proporciones.

3.2.3. Materiales de campo

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó materiales como: libreta de campo, papel periódico, plástico de polietileno, costales de 50 kg, wincha de 3 y 5 metros, cinta métrica, regla de 30 cm, escalímetro, letreros, separadores de madera, ladrillos de concreto, pintura y balde de 18 Litros.

3.2.4. Herramientas de campo

Herramientas como: machete, pala recta, rastrillo, carretilla, regadora, tijera de podar y mochila fumigadora de 20 litros de capacidad.

3.2.5. Insumos

Como parte del manejo del cultivo, se utilizó productos químicos como lejía (10 ml) por cada 5 litros de agua para desinfección de tijera de podar, formol al 40% de concentración por cada 10 litros de agua usado en la desinfección de sustratos, folistar (35 ml), benlate (30 ml) y monofos (35 ml) por mochila de 20 litros de agua, para el mejor crecimiento, prevención de enfermedades fúngicas y ataques de insectos.

3.2.6. Equipos de campo

Receptor GPS (Sistema de Posición Geográfica) y cámara fotográfica.

3.2.7. Herramientas y equipos de gabinete

Probetas, porómetro, balanza, analítica de alta precisión (0.01 g), estufa, calculadora, cámara fotográfica y computadora.

3.3. Metodología

3.3.1. Preparación e instalación de camas

El terreno presento una ligera pendiente, el cual evito el anegamiento de agua; para aislar el sustrato de la superficie del suelo se agregó una capa de piedra chancada, en las calles y bajo el sustrato. Se instalaron camas de 50 x 120 x 20 cm. El perímetro de la cama fue construido a base de ladrillos de concreto, presentando una orientación de norte a sur; techo de malla raschel color negro 80% con soportes metálicos.

3.3.2. Recolección de materiales

Para el caso de los abonos orgánicos como el vermicompost y guano de cuy fueron adquiridas en la granja de zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) y el bokashi se adquirió de un agricultor (Sr. Felipe Cachique Alvares) dedicado a la producción de abono orgánico en el sector de Pumahuasi. La tierra agrícola, aserrín y cascarilla de arroz fueron

extraídos de zonas aledañas al vivero.

3.3.3. Desinfección de materiales

Para la desinfección de materiales como tierra agrícola, cascarilla de arroz y aserrín se mezcló 50 cm³ de formol al 40% en 10 litros de agua y se distribuyó uniformemente con ayuda de una regadora sobre los materiales, al finalizar el tratamiento se cubrió con plástico de polietileno, después de 48 horas quedaron listas para la preparación de los sustratos.

3.3.4. Pre selección y codificación de plantas

Para la pre selección del material biológico se ha tenido en consideración las siguientes características: un año de edad, altura promedio de 40 cm, con un mínimo de 2 hojas y en un buen estado fitosanitario tanto en las hojas como el resto de la plantas. Se codificaron 180 plantas para posterior selección al trasplante.

3.3.5. Preparación de sustratos

Para la preparación de los diferentes sustratos se utilizó vermicompost, bokashi, guano de cuy, tierra agrícola, cascara de arroz y aserrín mezclados en diferentes proporciones (Cuadro 3). La proporción fue tomada a la capacidad del balde de 18 litros.

Se aplicaron 4 tratamientos las cuales fueron comparadas con el tratamiento testigo (T₀).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio

Trata	Composición
T ₀	1 parte de CA
T ₁	1 parte de TA + 1/2 parte de CA + 2 parte de AS + 1/2 parte de VER
T ₂	1 parte de TA + 1/2 parte de CA + 2 parte de AS + 1/2 parte de BSH
T ₃	1 parte de TA + 1/2 parte de CA + 2 parte de AS + 1/2 parte de GCY
T ₄	1 parte de TA + 2 parte de AS + 1/2 parte de VER + 1/2 parte de BSH

Composición (TA: tierra agrícola, CA: cascara de arroz, AS: aserrín, VER: vermicompost, BSH: bokashi GCY: guano de cuy).

3.3.6. Trasplante de anturio

Para esta actividad se extrajeron plantas seleccionadas en las camas de crecimiento, retirando todo el sustrato original (100% cascara de arroz) con el cuidado de no lastimar las raíces, procedimiento en el cual también se realizó poda de raíces para obtener un volumen uniforme en 160 plantas. Para el trasplante se ha tenido en cuenta que estén a una profundidad necesaria de 7 cm. distanciamiento entre planta fue de 25 cm distribuidas según el método de tres bolillos haciendo un total de 11 plantas por tratamiento en 0.6 m².

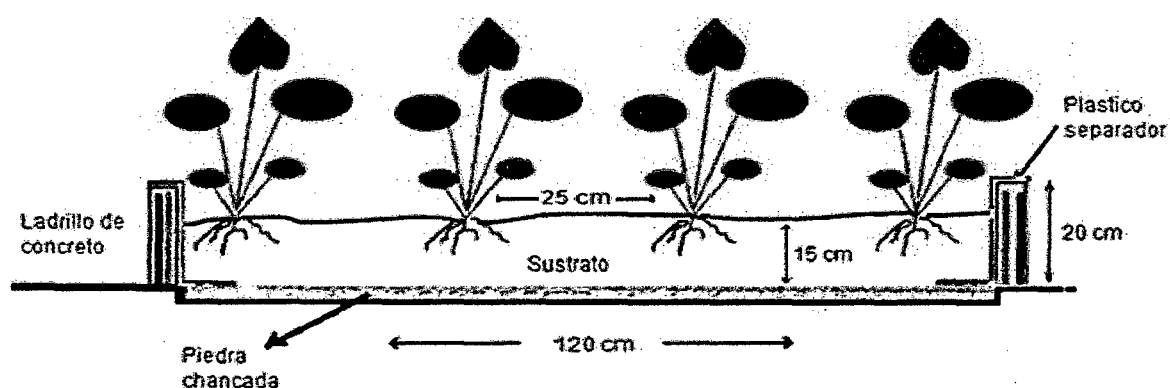


Figura 4. Diseño de cama y disposición de las plantas

3.3.7. Labores culturales

Las atenciones que requirió el anturio fueron muy específicas: poda, riego, fertilización y control de plagas.

3.3.7.1. Poda

Esta labor se desarrolló, con ayuda de una tijera de podar desinfectada con lejía, con esta práctica se eliminaron hojas viejas y dañadas, de esta manera se conservó un mínimo de 2 hojas por planta.

3.3.7.2. Riego

En época de verano se realizó entre 1 a 2 veces por semana.

3.3.7.3. Fertilización y control de plagas

La fertilización y control de plagas se realizó cada 15 días, para el cual se utilizó el abono foliar folistar en dosis de 35 ml por cada 20 litros de agua, mezclado con el fungicida Benlate y el insecticida monofos en dosis de 30 y 35 ml respectivamente para la prevención de daños de hongos e insectos al cultivo.

3.3.8. Disposición experimental

3.3.8.1. Características del campo experimental

- N° de bloques : 3
- N° de tratamientos : 5

- N° de plantas por tratamiento : 11
- N° de plantas por bloque : 55
- N° total de plantas a evaluar : 165
- Distancia entre plantas : 25 cm
- Área total del experimento : 9.36 m²

3.3.8.2. Distribución de los tratamientos

Bloque I	Bloque II	Bloque III
T ₂	T ₄	T ₃
T ₀	T ₃	T ₀
T ₄	T ₂	T ₁
T ₃	T ₁	T ₄
T ₁	T ₀	T ₂

3.3.8.3. Esquema de disposición de los tratamientos

Bloque I

T _{2f1}	T _{2f11}	T _{0f1}	T _{0f11}	T _{4f1}	T _{4f11}	T _{3f1}	T _{3f11}	T _{1f1}	T _{1f11}
	T _{2f7}		T _{0f7}		T _{4f7}		T _{3f7}		T _{1f7}
T _{2f2}	T _{2f10}	T _{0f2}	T _{0f10}	T _{4f2}	T _{4f10}	T _{3f2}	T _{3f10}	T _{1f2}	T _{1f10}
	T _{2f6}		T _{0f6}		T _{4f6}		T _{3f6}		T _{1f6}
T _{2f3}	T _{2f9}	T _{0f3}	T _{0f9}	T _{4f3}	T _{4f9}	T _{3f3}	T _{3f9}	T _{1f3}	T _{1f9}
	T _{2f5}		T _{0f5}		T _{4f5}		T _{3f5}		T _{1f5}
T _{2f4}	T _{2f8}	T _{0f4}	T _{0f8}	T _{4f4}	T _{4f8}	T _{3f4}	T _{3f8}	T _{1f4}	T _{1f8}

Bloque II

T _{4f1}	T _{4f11}	T _{3f1}	T _{3f11}	T _{2f1}	T _{2f11}	T _{1f1}	T _{1f11}	T _{0f1}	T _{0f11}
	T _{4f7}		T _{3f7}		T _{2f7}		T _{1f7}		T _{0f7}
T _{4f2}	T _{4f10}	T _{3f2}	T _{3f10}	T _{2f2}	T _{2f10}	T _{1f2}	T _{1f10}	T _{0f2}	T _{0f10}
	T _{4f6}		T _{3f6}		T _{2f6}		T _{1f6}		T _{0f6}
T _{4f3}	T _{4f9}	T _{3f3}	T _{3f9}	T _{2f3}	T _{2f9}	T _{1f3}	T _{1f9}	T _{0f3}	T _{0f9}
	T _{4f5}		T _{3f5}		T _{2f5}		T _{1f5}		T _{0f5}
T _{4f4}	T _{4f8}	T _{3f4}	T _{3f8}	T _{2f4}	T _{2f8}	T _{1f4}	T _{1f8}	T _{0f4}	T _{0f8}

Bloque III

T _{3f1}	T _{3f11}	T _{0f1}	T _{0f11}	T _{1f1}	T _{1f11}	T _{4f1}	T _{4f11}	T _{2f1}	T _{2f11}
	T _{3f7}		T _{0f7}		T _{1f7}		T _{4f7}		T _{2f7}
T _{3f2}	T _{3f10}	T _{0f2}	T _{0f10}	T _{1f2}	T _{1f10}	T _{4f2}	T _{4f10}	T _{2f2}	T _{2f10}
	T _{3f6}		T _{0f6}		T _{1f6}		T _{4f6}		T _{2f6}
T _{3f3}	T _{3f9}	T _{0f3}	T _{0f9}	T _{1f3}	T _{1f9}	T _{4f3}	T _{4f9}	T _{2f3}	T _{2f9}
	T _{3f5}		T _{0f5}		T _{1f5}		T _{4f5}		T _{2f5}
T _{3f4}	T _{3f8}	T _{0f4}	T _{0f8}	T _{1f4}	T _{1f8}	T _{4f4}	T _{4f8}	T _{2f4}	T _{2f8}

3.3.9. Determinación del área foliar

3.3.9.1. Colección y diagramación de las hojas

Se realizó un muestreo de 18 hojas a nivel de toda la plantación desde las hojas más pequeñas hasta las hojas más grandes; después de coleccionar las hojas y clasificarlas por tamaños se procedió a diagramar sobre un papel periódico al tamaño real de cada hoja, luego fueron cortadas a la forma de las hojas.

3.3.9.2. Determinación del área foliar de hojas recolectadas

Para determinar el área de la hoja recolectada se procedió a pesarla en una balanza de alta precisión (0.05 g). A su vez se pesó una pequeña muestra de papel de 5 x 5 cm, para poder obtener el área de la hoja según la siguiente regla de tres simple:

$$\begin{array}{l} \text{Área del papel (muestra)} \text{ ----- } \text{peso del papel (muestra)} \\ X \text{----- } \text{peso de la hoja diagramada y cortadas en el papel} \end{array}$$

3.3.9.3. Análisis de regresión lineal

Una vez obtenido el área foliar de las hojas recolectadas, se procedió a medir el largo como el ancho de la hoja para buscar patrones que indiquen el tipo de relación que se da entre estas variables. Posteriormente se llevó a cabo un análisis de regresión lineal, propuesto por CALZADA (1976) cuya ecuación (1) es:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

Dónde:

$\hat{Y}$: Variable dependiente (área foliar)

a : Primer parámetro de la ecuación de regresión el cual indica el valor de Y , cuando $X=0$

b : Pendiente de la línea de regresión

X : Variable independiente (Ancho o largo de la hoja)

Las fórmulas de cálculo por las cuales se determinaron los valores de a y b en la ecuación (2 y 3) de regresión que satisface el criterio de mínimos cuadrados son:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - b \sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (3)$$

Dónde:

a : Intercepto de la variable Y

b : Pendiente de la línea de regresión

X_i : Valor específico de la variable independiente (ancho o largo de la hoja) en la i ésima observación

$\hat{Y}_i$: Valor de la variable dependiente (área foliar) en la i ésima observación

El análisis de regresión presento una correlación positiva ($r=0.926$), demostrando que la variabilidad del área foliar fue explicado por el largo

de la hoja (Anexo 2).

3.3.10. Medición de variables evaluadas

3.3.10.1. Evaluación el área foliar y altura

Para estimar el área foliar, se realizó evaluaciones del largo de todas las hojas con ayuda de una regla milimetrada, posteriormente para el cálculo se utilizó la ecuación (4) determinada en el análisis de regresión.

$$Y = 27.594X - 231.42 \quad (4)$$

Dónde:

$\hat{Y}$: Variable dependiente (área foliar)

X: Variable independiente (largo de la hoja).

Para la variable altura se tomó desde el punto superior del sustrato hasta la base de la hoja más alta (Figura 5).

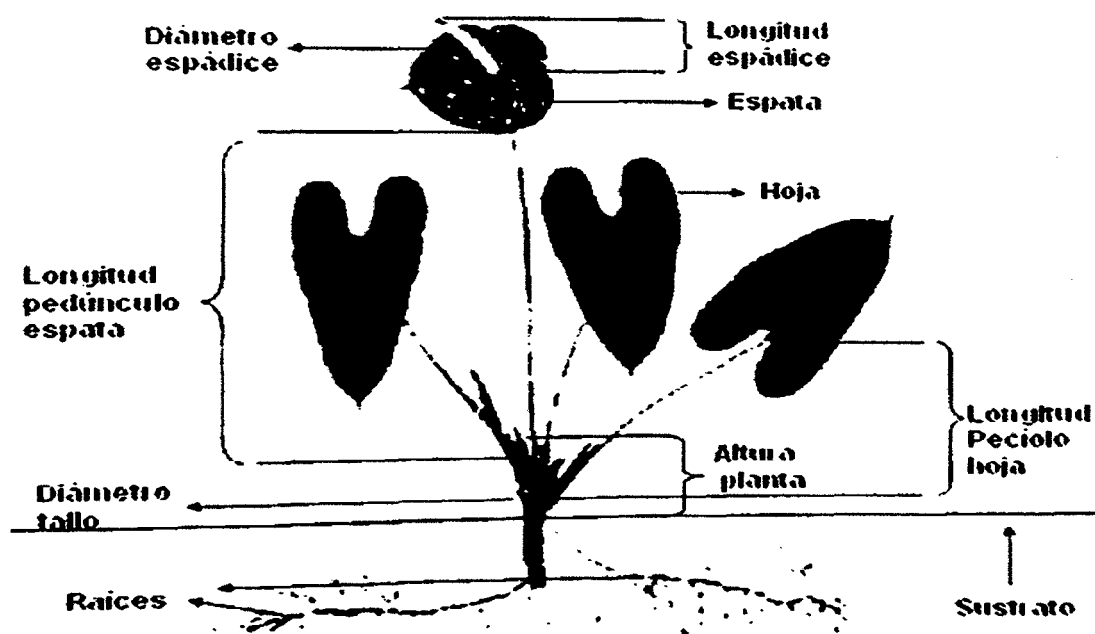


Figura 5. Medición de variables en *Anthurium andreaeanum* Lind.

Las evaluaciones de área foliar y altura se realizó cada 15 días a partir del primer mes de trasplante.

3.3.10.2. Producción de hojas

Para evaluar la producción de hojas se contabilizó el número de hojas producidas por cada planta y tratamiento.

3.3.10.3. Producción y calidad de inflorescencia

Para evaluar la producción de inflorescencia se realizó un conteo al número de inflorescencias producidas por cada planta y tratamiento. Para evaluar la calidad de inflorescencia se seleccionaron las flores que cumplieran con las características de calidad: color, ausencia de daño y tamaño de la inflorescencia, para ello se estableció una tabla de medidas de acuerdo a las exigencias del mercado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Normas de calidad de acuerdo con el Departamento de Agricultura del Estado de Hawaii.

Tamaño	Promedio del largo y ancho de espata	Color de espata	Daños
Extra grandes	> 15.24 cm	rojo	Sin daños
Grandes	12.70 - 15.24 cm.	rojo	Sin daños
Medianas	10.16 - 12.70 cm	rojo	Sin daños
Pequeñas	7.62 - 10.16 cm	rojo	Sin daños
Miniaturas	< 7.62 cm.	rojo	Sin daños

Fuentes: HIGAKI y WATSON (1972)

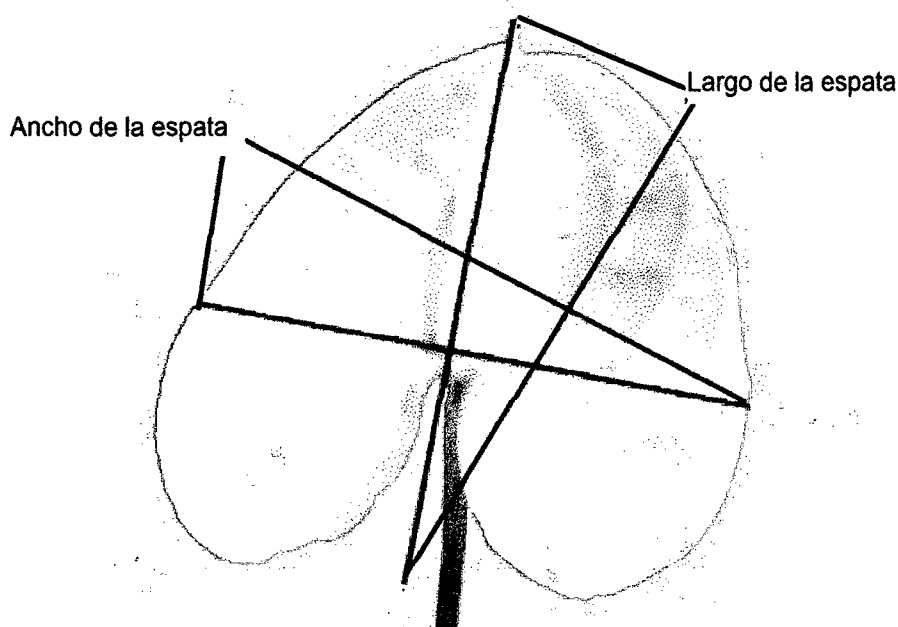


Figura 6. Toma de medida del largo y del ancho de espata del anturio

3.3.10.4. Estabilidad de los sustratos

Para determinar la estabilidad de los sustratos se utilizó la metodología propuesta por CASARES y MACIEL (2009) que consiste en evaluar la contracción del sustrato dentro de la cama; se midió la altura con un valor inicial de 15 cm (el sustrato se colocó a 5 cm por debajo del borde superior de la cama) y un valor al final de asentamiento del material medido a los 5 meses de establecido el ensayo. La variación en altura o contracción de los sustratos en el transcurso del experimento se expresó en porcentaje.

3.3.10.5. Propiedades físicas de sustratos

Para determinar las propiedades físicas de los sustratos se utilizó la metodología propuesta por PIRE y PEREIRA (2003) el que consistió en llenar las muestras dentro del porómetro (cilindro de 7.62 cm de diámetro y 15 cm de

longitud; en la base presenta cuatro orificios de 5 mm y en la parte superior un conector o un anillo sin fijar) hasta su máxima capacidad. Los cilindros con las muestras fueron colocados en un recipiente con agua cuyo nivel alcanzaba justo debajo del borde superior; forzando el humedecimiento de la muestra desde los orificios del fondo, para uniformizar el proceso todas las muestras fueron dejadas en el agua hasta el día siguiente. Luego se procedió a remover el anillo de la parte superior del porómetro y se eliminó el exceso de muestra enrasándola con el borde del tubo.

Posteriormente, se sujetaba un pedazo de tela porosa con una banda de goma para cubrir el extremo expuesto de la muestra. Cada cilindro era colocado agua, esta vez sumergiéndolo por completo, y extraído luego de algunos minutos; después de 30 minutos se colocaron tapones en cada uno de los orificios del fondo y la muestra se extraía definitivamente del agua. Posteriormente, eran colocados verticalmente sobre un recipiente, se removían los tapones y se medía el volumen de agua (V_a) que drenaba en un período de 10 minutos (Anexo 3). La muestra húmeda era extraída de los tubos y tomado su peso (PH); luego era colocada en estufa a 105 °C para obtener el peso seco (PS). El procesamiento de cada muestra fue repetido cuatro veces.

Las propiedades físicas se estimaron al inicio y al final del ensayo cuyas variables fueron: porosidad total (5), porosidad de aireación (6), capacidad de retención de humedad (7), densidad aparente (8) y densidad real (9). Para la determinar las propiedades físicas se realizó los siguientes

cálculos:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{\left(V_a + \frac{PH-PS}{Pa} \right)}{V_c} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Capacidad de retencion de humedad (\%)} = \frac{PH-PS}{V_c} \times 100 \quad (6)$$

$$\text{Porosidad de aireacion (\%)} = \frac{V_a}{V_c} \times 100 \quad (7)$$

$$\text{Densidad aparente (g/cm}^3\text{)} = \frac{PS}{V_c} \quad (8)$$

$$\text{Porosidad total (\%)} = x \frac{Da}{\left(1 - \frac{PT}{100} \right)} \quad (9)$$

Dónde:

V_a = Volumen drenado (cm³)

P_a = Peso específico de agua (1 g/cm³)

PH = Peso húmedo de la muestra (g)

PS = Peso seco de la muestra (g)

P_a = Peso específico del agua (1g/cm³)

V_c = Volumen del cilindro (cm³)

3.3.11. Análisis físico-químico

El análisis físico – químico de componentes de los sustratos fueron realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (Anexo 6).

3.3.12. Modelo aditivo lineal

Para el análisis el efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento y producción del anturio en fase de vivero se empleó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA). El análisis de varianza se realizó a un nivel de significancia de 5% y se efectuó la prueba de Duncan para la comparación de promedios. El efecto de las variables evaluadas ha sido representado por la ecuación de la forma Y_{ij} , la cual estuvo constituido por:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

i = 1, 2, 3, ..., t (tratamientos)

j = 1, 2, 3, ..., r (bloques)

Dónde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta, que corresponde a la unidad experimental que pertenece al j – ésimo bloque donde se utilizó el i – ésimo tratamiento

μ = Efecto de la media poblacional

T_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j – ésimo bloque

ε_{ij} = Efectos aleatorio (error experimental)

IV. RESULTADOS

4.1. Área foliar

El Análisis de varianza con respecto al área foliar del *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical para las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90 y 120 días del trasplante se ha determinado que los bloques y tratamientos no presentaron diferencias estadísticas (Cuadro 6), mientras las evaluaciones a los 105 y 135 días del trasplante resulto significativo para tratamientos a un nivel de 0.05 de significancia y el coeficiente de variación es de 4.93 y 5.77% respectivamente.

El análisis de varianza al no mostrar diferencia estadística entre bloques por evaluación se deduce el buen manejo y control durante el curso del experimento donde todas las unidades experimentales dentro de cada bloque se trataron de igual forma tanto en la selección de individuos homogéneos como en fertilización, riego y poda.

La prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 de los promedios de área foliar (cm²) en *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical por evaluación, presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos luego de 90 días del trasplante (Cuadro 6).

Cuadro 5. Análisis de varianza (ANVA) para área foliar de *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.

FV	GL	Cuadrado Medio (C.M.)							
		30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días
Bloques	2	629.06 NS	2112.91 NS	1214.62 NS	1179.41 NS	1462.87 NS	2803.96 NS	3929.46 NS	3231.65 NS
Tratamiento	4	1097.72 NS	1869.52 NS	2155.55 NS	2588.14 NS	5026.37 NS	7733.49 *	4172.94 NS	10667.90 *
Error Exp	8	798.84	1145.74	1444.18	1347.66	1361.42	1418.91	1405.56	1991.99
Total	14								
CV%		5.21%	5.69%	6.07%	5.36%	5.22%	4.93%	5.28%	5.77%

NS: No existe significación estadística

*: Significación estadística al 5 % de probabilidad.

Cuadro 6. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para el área foliar promedio (cm²) del *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.

Trata	Prom ₁	Sig.	Prom ₂	Sig.	Prom ₃	Sig.	Prom ₄	Sig.	Prom ₅	Sig.	Prom ₆	Sig.	Prom ₇	Sig.	Prom ₈	Sig.	PROM
T0	514.57	a	551.20	a	581.09	a	664.24	a	640.35	b	679.40	b	665.96	b	699.36	c	624.52
T1	560.23	a	601.12	a	651.88	a	736.10	a	744.43	a	787.98	a	719.80	a b	788.79	a b	698.79
T2	547.02	a	597.72	a	628.86	a	671.84	a	730.50	a	754.04	a	677.14	b	737.26	b c	668.05
T3	533.22	a	608.04	a	638.60	a	670.14	a	722.03	a	804.35	a	753.27	a	802.81	a b	691.56
T4	558.72	a	614.00	a	630.60	a	681.18	a	698.00	a b	793.18	a	734.02	a b	848.12	a	694.73

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante respectivamente).

Medias presididas con letras iguales no difieren significativamente

Al inicio del experimento no se observa diferencia estadística en el área foliar del *Anthurium andreanum* L. variedad tropical luego de 90 días del trasplante los tratamientos T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER), T_2 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) y T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) mostraron diferencias estadísticas alcanzado valores de 744.43, 730.50 y 722.03 cm² valores superiores a los obtenidos por el tratamiento T_0 (1 CA) con 640.35 cm²

A los 120 días después del trasplante muestra disminución en el área foliar, para el caso del tratamiento T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) y T_4 (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH) con pérdida de 68. 18 y 59.16 cm² del área foliar con respecto a la evaluación anterior (105 días después del trasplante) esta disminución en área foliar promedio por evaluación es explicada por la eliminación de hojas mediante la labor de poda.

Comparado la evaluación realizada a los 135 días después del trasplante con respecto a las demás evaluaciones se observa que el tratamientos T_4 (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH) ocupó el primer lugar en área foliar con 848.12 cm², pero no diferenciándose del estadísticamente del T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) que alcanzaron promedios de 802.81 y 788.79 cm² respectivamente, siendo superiores al tratamiento testigo T_0 (1 CA) con 640.35 cm².

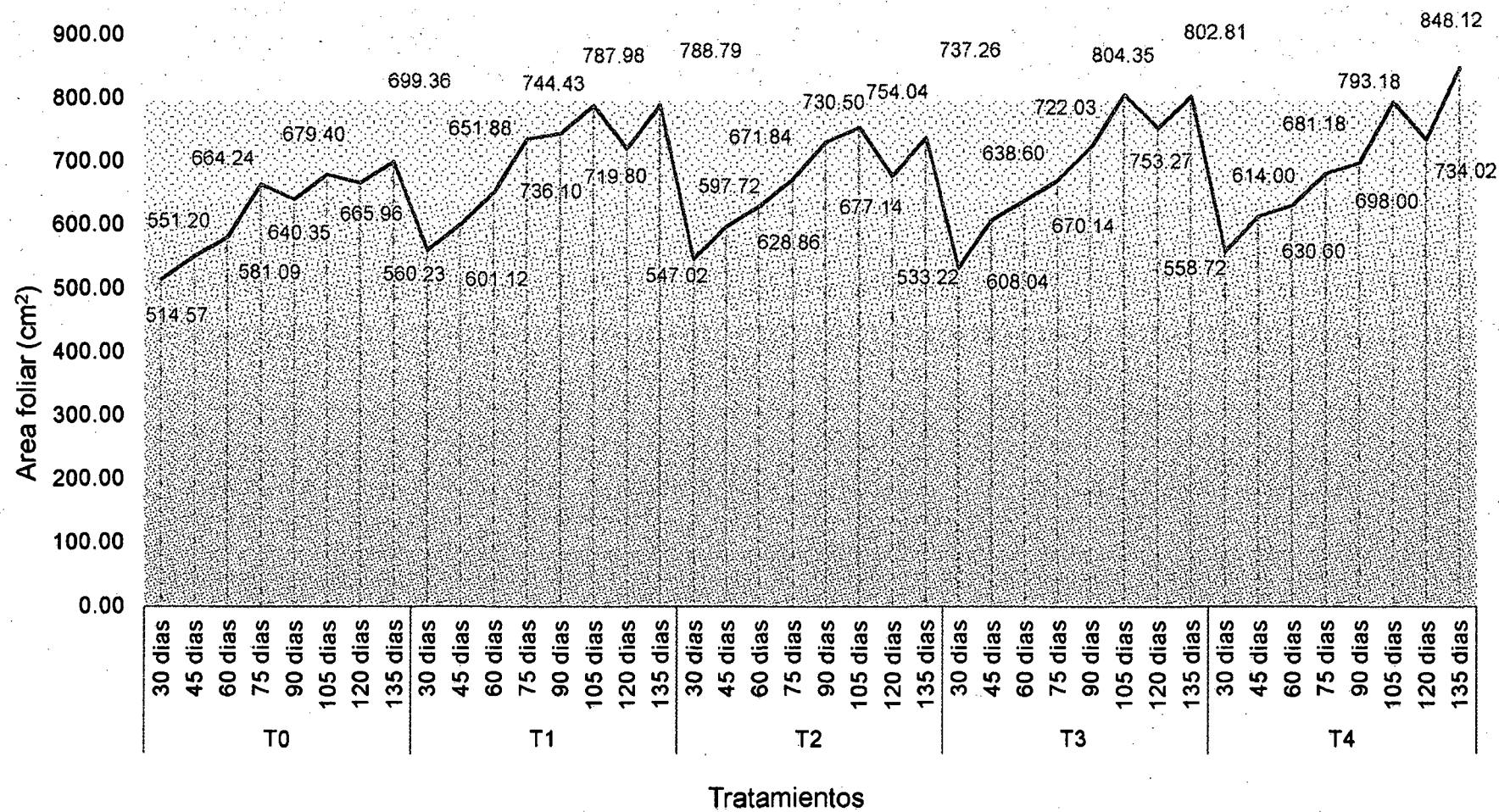


Figura 7. Área foliar por evaluación del *Anthurium andreaum* Lind. variedad tropical

4.2. Altura total

El Análisis de varianza con respecto al crecimiento en altura del *Anthurium andreanum* L. variedad tropical para las evaluaciones a los 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante no presentaron diferencia estadísticas, mientras que, a los 30 y 45 días del trasplante resultan significativas a un nivel de 0.05 para tratamientos con coeficiente de variación de 2.91 y 3.21% respectivamente (Cuadro 7).

El análisis de varianza no mostró diferencia estadística entre bloques y tratamiento por evaluación, el cual hace suponer que el tiempo de evaluación no fue suficiente para mostrar efecto en esta variable ya que el cultivo tiene un crecimiento lento.

La prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 para el crecimiento en altura (cm) del *Anthurium andreanum* L. variedad tropical por evaluación, presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 8). Comparando la evaluación a los 30 días del trasplante se observa diferencia en altura total del *Anthurium andreanum* L. para los tratamientos T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) y T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) ocupando el primer lugar con 2.80 y 2.79 cm respectivamente siendo estadísticamente iguales y superiores al tratamiento T_4 (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH) con 2.56 cm.

Cuadro 7. Análisis de varianza (ANVA) para el crecimiento en altura (cm) de *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.

FV	GL	Cuadrado Medio (C.M.)							
		30 días	45 días	60 días	75 días	90 días	105 días	120 días	135 días
Bloque	2	0.005 NS	0.001 NS	0.004 NS	0.003 NS	0.001 NS	0.002 NS	0.001 NS	0.005 NS
Trata	4	0.028 *	0.050 *	0.029 NS	0.037 NS	0.031 NS	0.016 NS	0.015 NS	0.020 NS
Error Exp	8	0.006	0.008	0.010	0.011	0.015	0.011	0.015	0.010
Total	14								
CV%		2.91%	3.21%	3.47%	3.47%	3.89%	3.28%	3.81%	2.96%

NS: No existe significación estadística

*: Significación estadística al 5 % de probabilidad

Cuadro 8. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para el crecimiento en altura (cm) del *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical de las evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante.

Trata	Prom ₁	Sig.	Prom ₂	Sig.	Prom ₃	Sig.	Prom ₄	Sig.	Prom ₅	Sig.	Prom ₆	Sig.	Prom ₇	Sig.	Prom ₈	Sig.	Incremento
T ₀	2.736	a	2.809	a	2.915	a	2.995	a b	3.055	a	3.142	a	3.212	b	3.336	ab	0.600
T ₁	2.800	a	2.933	a	2.991	a	3.091	a	3.212	a	3.270	a	3.291	a	3.376	ab	0.576
T ₂	2.697	a b	2.812	a	2.897	a b	3.000	a	3.088	a	3.133	a	3.210	b	3.261	b	0.564
T ₃	2.794	a	2.888	a	2.976	a	3.152	a	3.242	a	3.270	a	3.345	a	3.482	a	0.688
T ₄	2.564	b	2.598	b	2.742	b	2.858	b	3.009	a	3.130	a	3.250	b	3.337	ab	0.773

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (evaluaciones a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante respectivamente).

Medias presididas con letras iguales no difieren significativamente

Comparado la evaluación realizada a los 135 días después del trasplante con respecto a las demás evaluaciones se observa que el tratamientos T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) ocupó el primer lugar en altura con 3.48 cm, seguido por tratamiento T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) con 3.38 cm valores se vieron influenciados por la cantidad de nutrientes aportados por sus componentes (Figura 8).

El tratamientos T_2 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) y T_4 (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH) con 3.26 y 3.34 cm registraron menor altura, variable se vio influenciado por la baja porosidad de aireación (21.57 y 16.44%) dichos valores son inferiores a los recomendados para el cultivo.

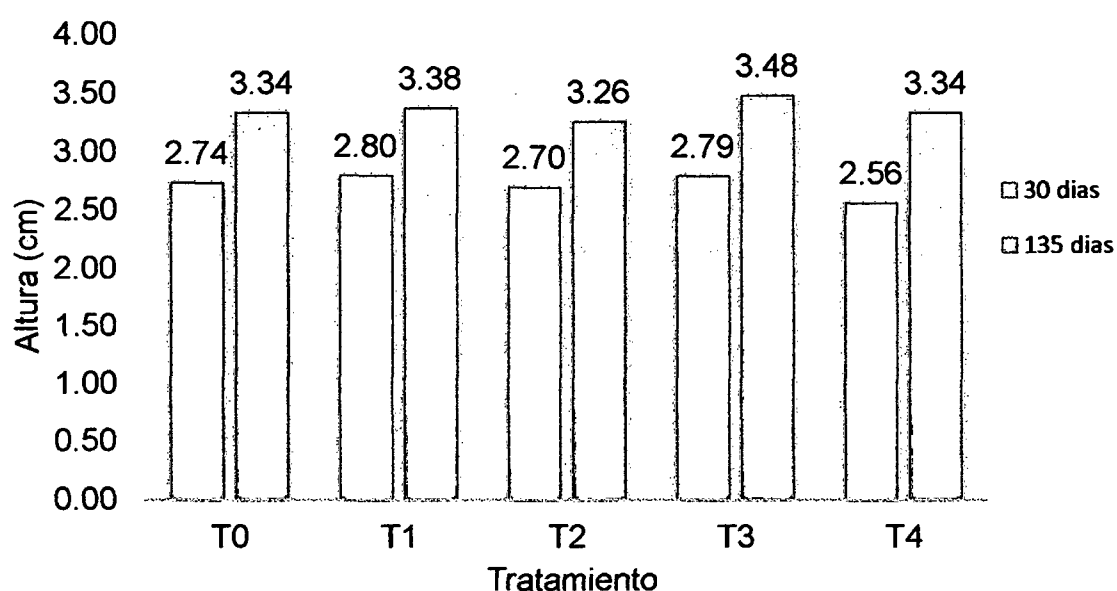


Figura 8. Crecimiento en altura (cm) del *Anthurium andreanum* Lind. variedad tropical a los 30 y 135 días del trasplante.

4.3. Producción de hojas

La prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 para el crecimiento en producción de hoja/planta no mostro diferencias estadística entre los tratamientos (Cuadro 9). La mayor producción de hojas correspondió a los tratamientos T₄, (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH), T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) con 1.61, 1.58 y 1.55 hoja/planta respectivamente en un periodo de 5 meses (proyección anual 3.89, 3.79 y 3.72 hoja/planta). En cambio el tratamiento T₂ (1 TA +1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) y T₀ (1 CA) presentaron los promedios más bajos de 1.39 y 1.33 hoja/planta respectivamente (proyección anual 3.86 y 3.33 hoja/planta).

Cuadro 9. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la producción de hojas por planta en los meses de Junio -Setiembre del 2013

Tratamientos	Hojas producidas por planta	Producción anual hoja/planta
T ₀ : 1 CA	1.39 a	3.33
T ₁ : 1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER	1.55 a	3.72
T ₂ : 1 TA +1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH	1.42 a	3.41
T ₃ : 1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY	1.58 a	3.79
T ₄ : 1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH	1.61 a	3.86

Composición (TA: tierra agrícola, CA: cascara de arroz, AS: aserrín; VER: vermicompost, BSH: bokashi GCY: guano de cuy).

Medias presididas con letras iguales no difieren significativamente

La secuencia de producción de hoja por evaluación, demuestra que al aumentar el número de hoja/planta por quincena la producción de inflorescencia/planta tiende disminuir, este comportamiento no se observó para

el tratamiento T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) que presento 1.58 hojas por planta (Figura 9).

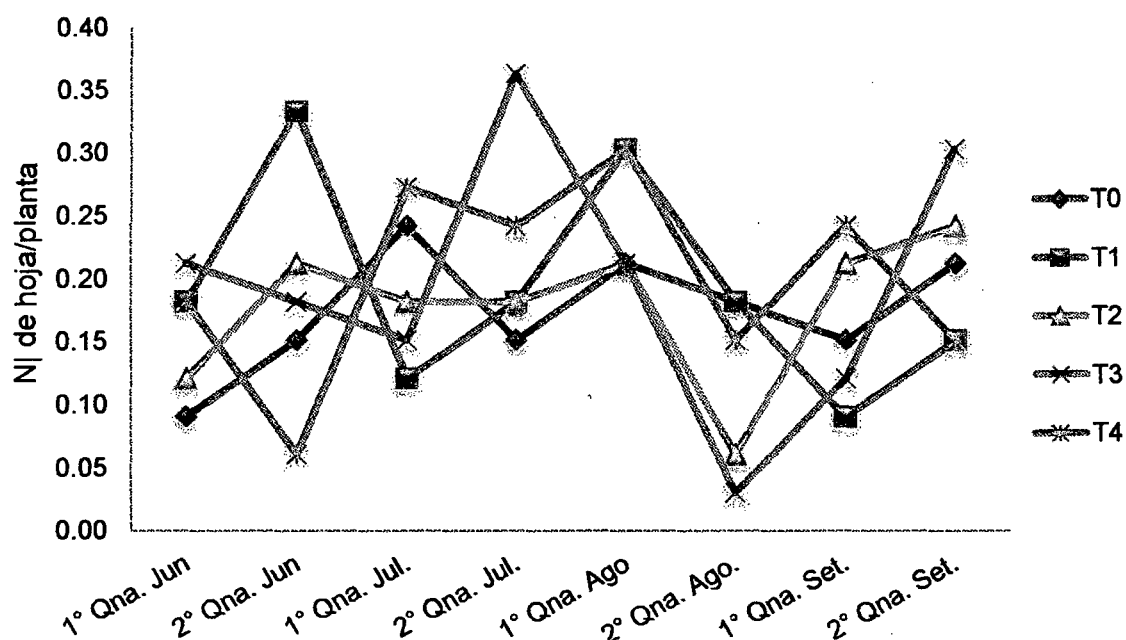


Figura 9. Producción quincenal de hojas por planta del *Anthurium andeanum* L en los meses de Junio -Setiembre del 2013

4.4. Producción de flores

La prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 para la producción de inflorescencias por planta no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, la mayor producción por planta correspondió al tratamiento T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) y T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) con igual cantidad de inflorescencias producidas (1.94 inflorescencia/planta). La menor producción lo presento el tratamiento testigo constituido únicamente por cascarilla de arroz (1.64 inflorescencia/planta).

Cuadro 10. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la producción de inflorescencia por planta en los meses de Junio -Setiembre del 2013

Tratamientos	Inflorescencias por planta	Inflorescencia por planta al año
T ₀ : 1 CA	1.64 a	3.94
T ₁ : 1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER	1.94 a	4.66
T ₂ : 1 TA +1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH	1.76 a	4.22
T ₃ : 1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY	1.94 a	4.66
T ₄ : 1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH	1.82 a	4.37

Composición (TA: tierra agrícola, CA: cascara de arroz, AS: aserrín; VER: vermicompost, BSH: bokashi GCY: guano de cuy).

Medias presididas con letras iguales no difieren significativamente

En la primera y segunda quincena del mes julio se registró la mayor producción de inflorescencias (promedio por evaluación) con 0.28 inflorescencia/planta (Figura 10), se vio influenciado por la aplicación de poda inicial al homogenizar las unidades experimentales (2 hojas/planta); registrando emergencias de inflorescencias de axilas de hojas eliminadas alterando la secuencia hoja-flor- hoja nueva.

Asimismo en la primera y segunda quincena del meses de Setiembre se pudo observar un incremento en la producción de inflorescencia (promedio por evaluación) con 0.24 y 0.26 inflorescencia/planta, respecto a la primera y segunda quincena del meses de agosto con 0.18 y 0.21 inflorescencia/planta respectivamente (Figura 9); incremento se vio influenciado por el aumento de horas de sol en las quincenas de Agosto (primera quincena 81.6 horas sol y segunda quincena 100.2 horas sol).

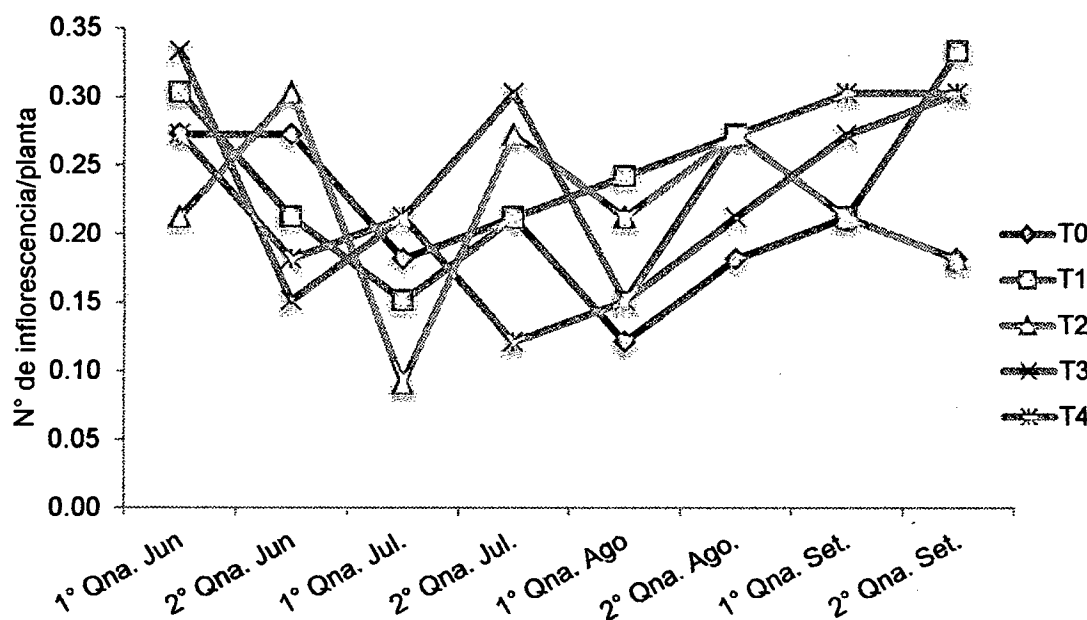


Figura 10. Producción quincenal de inflorescencias del *Anthurium andreaeanum* L. en los meses de Junio -Setiembre del 2013

En un periodo de cinco meses de evaluación la producción total fue de 300 inflorescencias de 165 plantas de *Anthurium andreaeanum* L. variedad tropical de las cuales 59 inflorescencias que representa un 19.67% de la producción total se perdieron por aborto o ataque de hongos (Cuadro 11). Del tratamiento T₂ (1 TA +1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) el 25.86 % de su producción total (58 inflorescencias de 33 plantas) se perdió por abortos, ataques de insectos y hongos.

Según la clasificación de calidad de la inflorescencia; basados en el tamaño y ausencia de daños se puede observar que el mayor número de inflorescencias producidas (94 inflorescencias) son consideradas pequeñas en

el mercado (7.62 – 10.16 cm promedio del largo y ancho de espata).

Cuadro 11. Numero de inflorescencias producidas por tratamiento según la calidad

Tratamiento	Calidad de inflorescencias				Perdidas	Total
	Medianas	Pequeñas	Miniaturas	NC		
T ₀	2	14	12	15	12	54
T ₁	2	26	13	14	9	64
T ₂	3	16	12	12	15	58
T ₃	3	17	22	13	9	64
T ₄	6	21	6	12	14	60
Total	16	94	65	66	59	300

NC: no comercial

Las inflorescencias medianas (10.16 – 12.7 cm promedio del largo y ancho de espata), de mayor importancia económica registrada representan un 5.33% de la producción total, siendo el tratamiento el T₄ (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) que alcanzó la mayor producción de inflorescencias medianas con un 10% de su producción total (60 inflorescencias de 33 plantas).

El tratamientos T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) y T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) con el 41% de su producción total fueron inflorescencias pequeñas (7.62 – 10.16 cm promedio del largo y ancho de espata). Del tratamiento T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) el 34% de su producción fueron inflorescencias miniaturas (menor a 7.62 cm promedio del largo y ancho de espata).

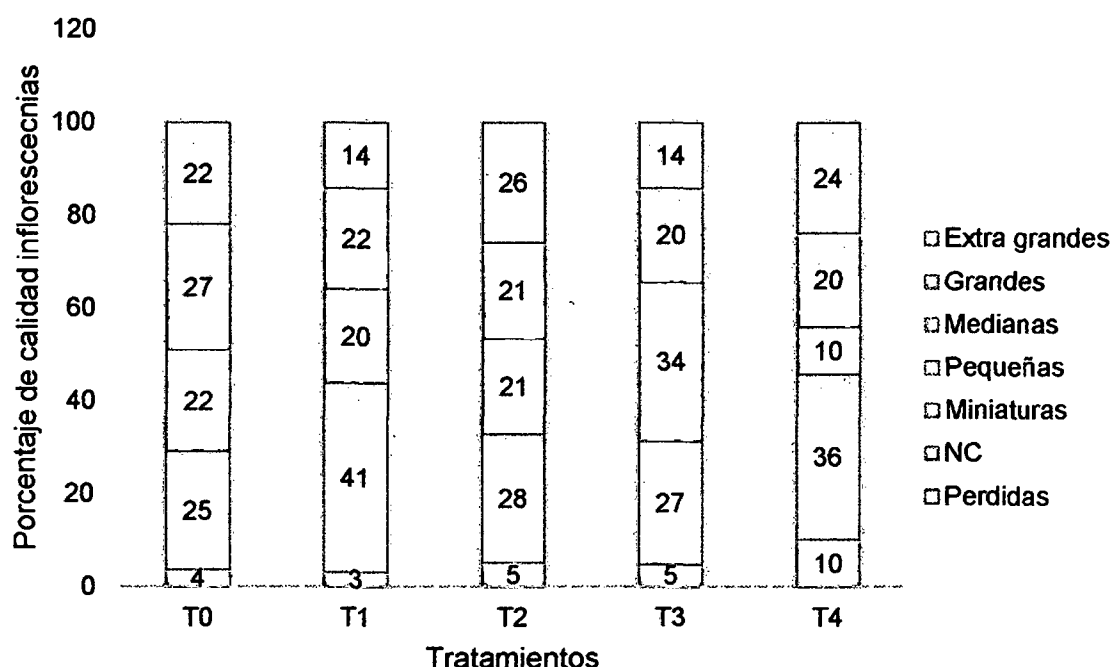


Figura 11. Porcentaje de calidad de inflorescencias producidas por tratamiento entre los meses de junio-setiembre del 2013

4.5. Estabilidad física de los sustratos

La prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0.05 de los promedios en porcentaje de encogimiento, muestra diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 12, y Figura 12). Comparando la evaluación realizada al sexto meses de establecido el ensayo, se observa que los tratamientos T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) y T₄ (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) fueron los menos estables registrando una disminución en el volumen del sustrato en 51% y 46.22% respectivamente.

Asimismo el tratamiento testigo y el T₂ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) registraron menor contracción del volumen reportando valores de 18.22 y 22.33% respectivamente siendo una condición deseable para el sustrato de un

cultivo perenne como el anturio.

Cuadro 12. Prueba de Duncan al 0.05 de significancia para la estabilidad física de los sustratos

Tratamiento	Composición	Contracción (%)	Sig
T ₃	1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY	51.00	a
T ₄	1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH	46.22	a
T ₁	1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER	34.44	b
T ₂	1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH	22.33	c
T ₀	1 CA	18.22	c

Composición (TA: tierra agrícola, CA: cascara de arroz, AS: aserrín; VER: vermicompost, BSH: bokashi GCY: guano de cuy).

Medias presididas con letras iguales no difieren significativamente

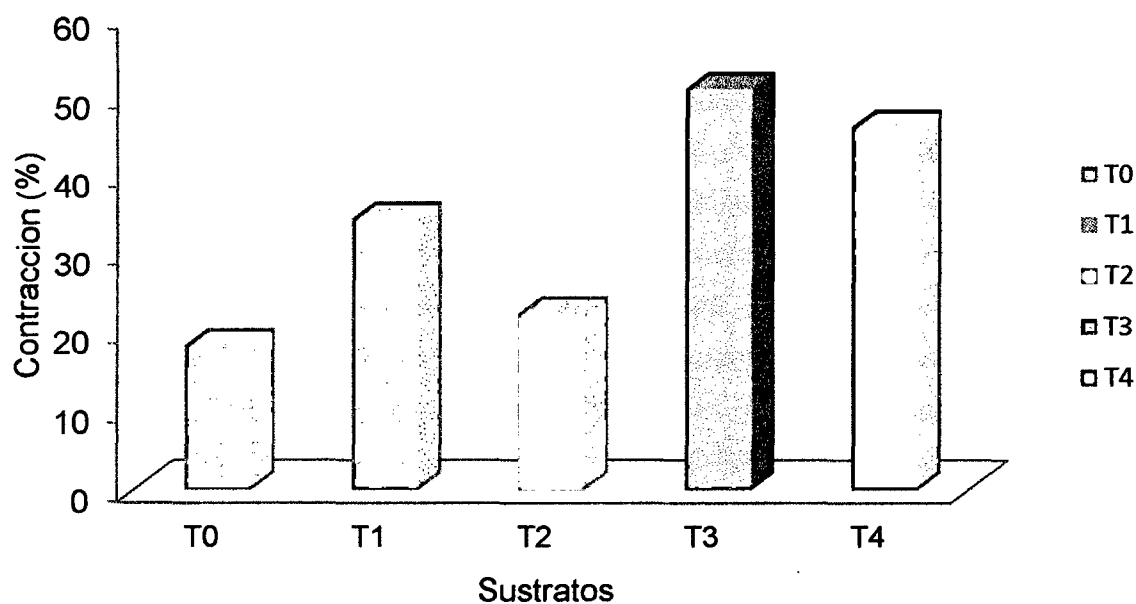


Figura 12. Contracción de los sustratos dentro las camas de crecimiento al sexto meses de establecido.

4.6. Propiedades físicas del sustrato

Se puede observar la disminución de la porosidad total para todos los tratamientos a excepción del tratamiento T₂. (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH), que presento un incremento de 1.56% (Figura 12).

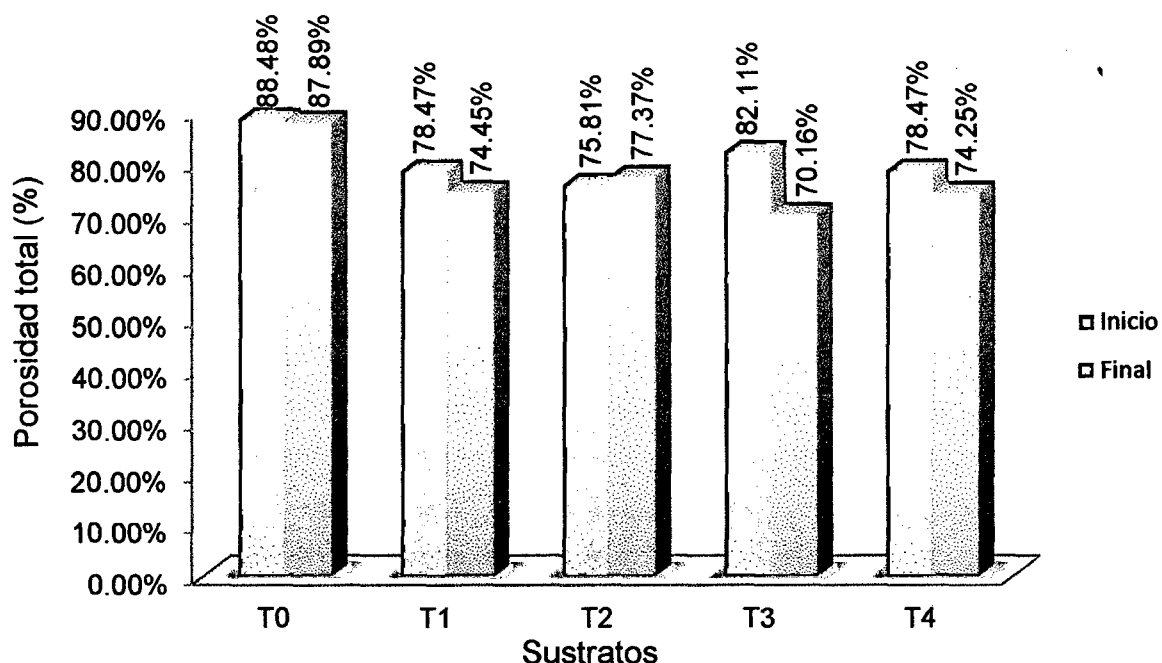


Figura 13. Porosidad total de sustratos al inicio y el final del experimento

El tratamiento T₂ (1 TA + 2 AS + 2 AS + 1/2 BSH) mantiene la porosidad de aireación (21.57%) en transcurso de la evaluación, por otra parte la porosidad de aireación tiende a disminuir para los tratamientos T₀ (1 CA), T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), T₁ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) y T₄ (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) obteniendo valores de 67.30, 21.63, 21.31 y 16.44% respectivamente (Figura 14).

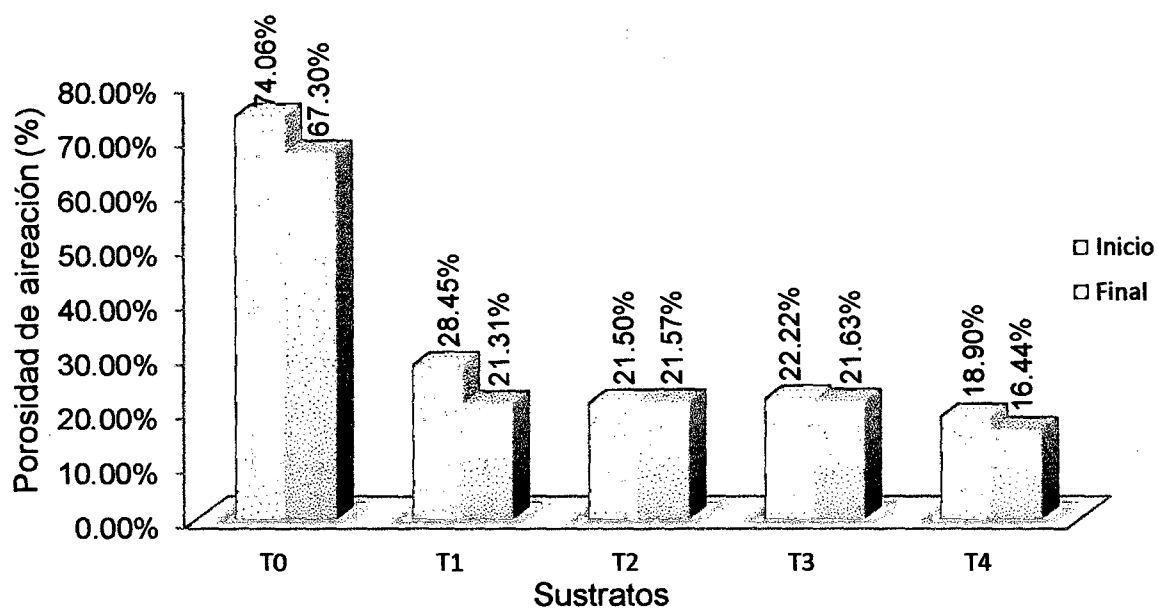


Figura 14. Porosidad de aireación de sustratos al inicio y final del experimento

La capacidad de retención de humedad tiende a elevarse en todos los tratamientos a excepción del tratamiento T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), que al inicio del ensayo presento el promedio más altos con 60.02%, obteniendo al final una reducción de 11.62 % de la capacidad.

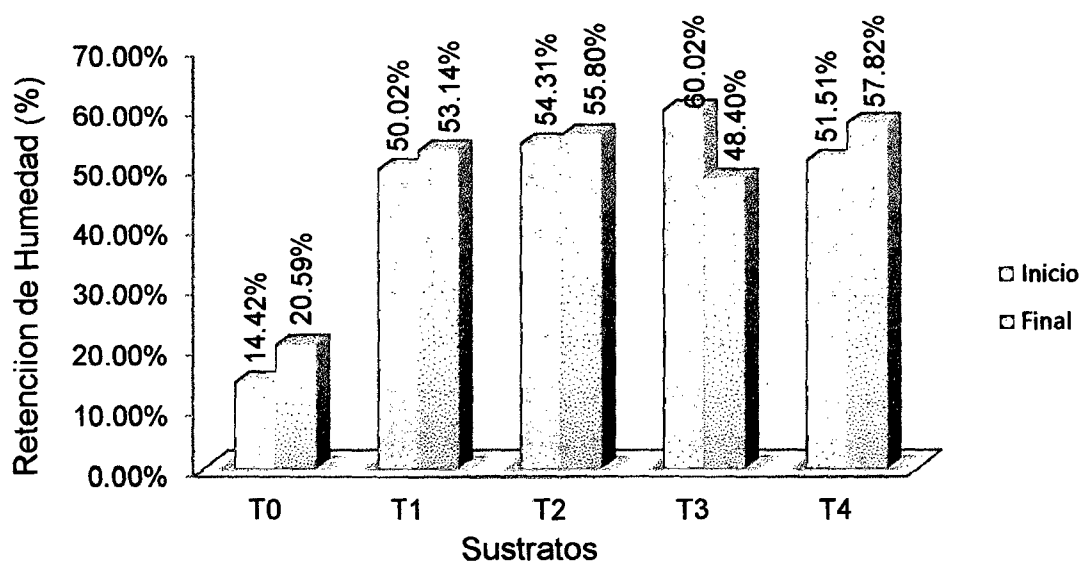


Figura 15. Capacidad de retención de humedad de sustratos al inicio y final del experimento

Para la densidad aparente se encontró valores similares tanto al inicio y al final del ensayo, siendo el tratamiento T_0 (1 CA), T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) y T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) presentaron un leve incremento en la densidad con valores de 0.12, 0.31, y 0.36 gcm^{-3} . Mientras los tratamiento T_2 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) y T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) mostraron un declive de la densidad obtenido valores de 0.39 y 0.40 g/cm^3 (Figura 16).

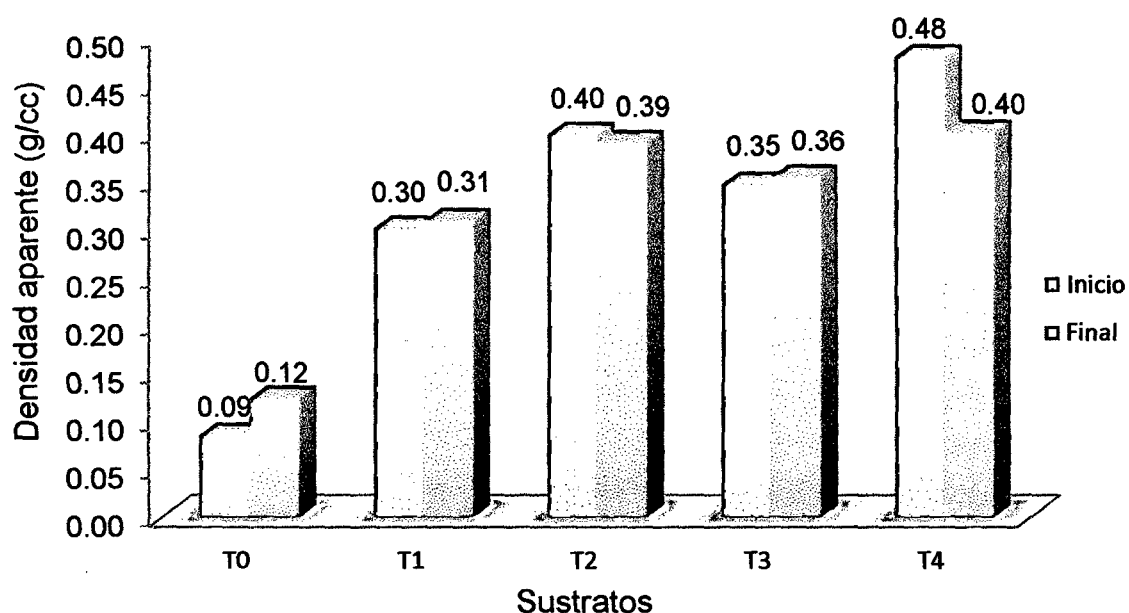


Figura 16. Densidad aparente promedio (g/cm^3) de los sustratos al inicio y final del experimento.

El tratamiento T_2 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) y T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) presentan valores entre 1.73 y 1.57 g/cm^3 estos son aceptables para compuestos orgánicos.

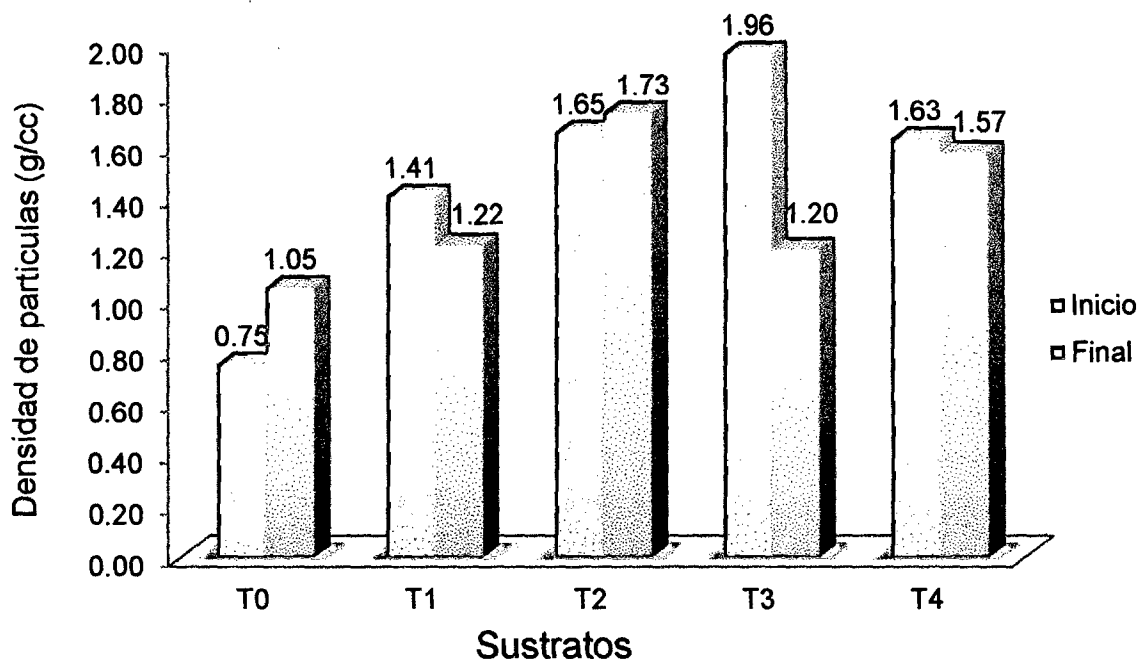


Figura 17. Densidad de partículas promedio (g/cm^3) de los sustratos al inicio y final del experimento.

Apreciando en conjunto las propiedades físicas de los sustratos en comparación con valores óptimos recomendados (Cuadro 13), se encontró que, los tratamientos T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), T_2 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) y T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) presentan valores de porosidad de aireación (21.31, 21.51 y 21.6%), retención de humedad (53.1, 55.8 y 48.40%) y densidad aparente (0.31 , 0.39 y 0.36 g/cm^3) respectivamente que concuerdan a las recomendaciones propuestas de los diferentes autores.

El tratamiento testigo constituido únicamente por cascarilla de arroz mostro elevada porosidad total (87.89 %) siendo una propiedad no determinante para la selección como sustrato, pero no constituye un criterio para descartar su uso.

Cuadro 13. Comparación de las propiedades físicas promedios de sustratos al final del ensayo con valores óptimos recomendados

Propiedades físicas	Rango óptimos	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Porosidad total (%) *	≥ 85 %	+	-	-	-	-
Porosidad de aireación (%) **	20-30%	-	+	+	+	-
Retención de humedad (%) ***	40%- 60%	-	+	+	+	+
Densidad aparente (g/ cm ³) ****	≥ 0.15 g/cm ³	-	+	+	+	+
Densidad de partículas (g/ cm ³) *****	± 1.50 g/cm ³	-	-	-	-	+

Valores por los siguientes autores, * VALENZUELA y GALLARDO (2002), ** BAUDOUIN *et al.*, (2002), *** GARCIA *et al.*, (2001), **** ABAB y NORUEGA, (2002), ***** ANSONERA (1994).

V. DISCUSIONES

5.2. Del área foliar

Evaluaciones realizadas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 días del trasplante mostraron coeficiente de variación de 5.21%, 5.69%, 6.07%, 5.36%, 5.22%, 4.93%, 5.28% y 5.77% respectivamente; encontrándose en el rango de excelente. Según CALZADA (1976), califica de 5 a 10 excelente, 11 a 15 muy bueno, 16 a 20 buena, 21 a 25 regular, 26 a 31 mala y de 31 a más muy mal.

El área foliar del *Anthurium andreanum* L. variedad tropical a los 135 días después del trasplante se observó que el tratamientos T₄ (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH) ocupó el primer lugar en área foliar con 848.12 cm² seguido por el tratamiento el T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) y T₁ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) que alcanzaron promedios de 802.81 y 788.79 cm² respectivamente, resultado que podría atribuirse al alto porcentaje de nitrógeno proporcionado por el guano de cuy (GCY) 4.25%, vermicompost (VER) 2.55% y bokashi (BSH) 1.33%.

Estudio realizado por SOLANO (2006), en *Anthurium andreanum* L. clon rosado registro el mayor área foliar 872.8 cm² en sustrato de cascarilla de café (nitrógeno 4.1%). Demostrando que el incremento del área foliar está

influenciado por el alto porcentaje de nitrógeno. PROEXANT (2005) menciona que rango óptimo de nitrógeno para el buen desarrollo del anturio está entre 1.5 - 3%. Además COMPOSTADORES (2006), indica que el nitrógeno es el responsable del crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas y tallos). TISDALE y NELSON (1991) menciona que, cuando se aplica nitrógeno al suelo este interviene en la estructura de la clorofila, el cual favorecerá hacia una mayor fotosintética que se traduce un incremento en área foliar

Asimismo, el tratamiento testigo T_0 constituido por cascarilla de arroz obtuvo el menor área foliar (640.35 cm^2) a los 135 días después del trasplante, debido a que la cascarilla de arroz presento el menor porcentaje de nitrógeno 0.89 % (Anexo 6); siendo este un factor limitante para el desarrollo del área foliar, tal como se puede observar en el Cuadro 1; dicho valor es bajo para el buen desarrollo del anturio, según lo estipulado por PROEXANT (2005). Estudio realizado por SOLANO (2006), en *Anthurium andreanum* L. clon rosado registro menor área foliar 610.3 cm^2 en sustrato de cascarilla arroz; valor inferior a los obtenidos. Esta variación es explicada por la cantidad de nutrientes aportados por el sustrato y la variedad de anturio usada.

A los 120 días después del trasplante se muestra disminución de 53.75 cm^2 promedio del área foliar por evaluación, para el caso del tratamiento T_2 (1 TA 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH) y T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) se registró disminución de 76.9 y 68.18 cm^2 del área foliar con respecto a la evaluación anterior (787.98 y 754.04 cm^2). La disminución en área foliar

promedio por evaluación es explicada por la eliminación de hojas mediante la labor de poda, que consistía en la eliminación de hojas viejas o dañadas cuyo aporte de fotoasimilados a la planta es bajo y pueden ser foco de infección e incidencia de plagas y enfermedades. Asimismo MURGUIA (1996) menciona que, la poda es la principal práctica desde el punto de vista de obtención de la calidad y el rendimiento, con esto mejoramos la ventilación y penetración de la luz, los tallos son más rectos y pesados.

5.3. Altura

El mayor crecimiento en altura, se observó en tratamientos T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) y T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) con 3.48 y 3.38 cm, seguido por T_0 (1 CA) y T_2 (1 TA + 2 CA + 1/2 VER + 1/2 BSH), obtuvieron 3.03 y 3.01 cm. BALAGUER (1999), indica que el incremento en altura se debe principalmente al porcentaje de fósforo (P) y potasio (K) existente en su composición química, lo que permite el crecimiento de la planta, así como la mayor formación de tejidos, favoreciendo el incremento de materia seca. El análisis químico de las fuentes orgánicas (Anexo 7), determinó que el guano de cuy (P 6.36% y K 0.55%) y vermicompost (P 3.69% y K 1.03%) contiene mayor porcentaje de fósforo y potasio en su composición química, lo cual indica que dichos elementos tuvieron influencia en el crecimiento.

El tratamiento T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) presentó el promedio más bajo en altura (3.34 cm), al mismo tiempo presentó el mayor

incremento (0.77 cm). El incremento en altura está influenciado por la cantidad de nutrientes aportados por el abono bokashi (P 2.62% y K 0.70%) y vermicompost (P 3.69% y K 1.03%); demostrando que la variable altura se vio afecto por la baja porosidad de aireación del sustrato (16.44%) y no por la deficiencia de algún nutriente ; esta respuesta es corroborado por HOLCROFT y LAING (1995) menciona que la baja porosidad implica respuesta no satisfactorio, mostrando la porosidad como un factor importante a considerar para el cultivo. POOLE *et al.* (1981) la nutrición y la aireación del suelo son, probablemente, los dos factores más importantes en el cultivo esta especie (NAKASONE y KAMEMOTO, 1957).

5.4. Producción de hojas

La mayor producción de hojas correspondió a los tratamientos T₄ (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH), T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) con 1.61, 1.58 y 1.55 hoja/planta respectivamente en un periodo de 5 meses (proyección anual 3.86, 3.79 y 3.79 hoja/planta), asimismo CASERES y MACIEL (2009) reporto producción anual de 3.45 hoja/planta en sustratos de resina fenólica; sustrato sintético usado en la explotación altamente tecnificadas, siendo valores inferiores a los registrados en el experimento, esta diferencia está relacionado con los aportes de nutrimentos de materiales orgánicos con alto contenido en nitrógeno proporcionado por el guano de cuy (GCY) 4.25 %, vermicompost (VER) 2.55 % y bokashi (BSH) 1.33 %.

En la primera quincena de agosto (90 días después del trasplante) se registró el mayor promedio en producción de hojas para el tratamiento T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) con 0.30 hoja/planta valor se vio influenciado por el incremento en horas de sol en la segunda quincena del mes de julio que registro 112.4 horas sol. HENNY y HAMILTON (1992) menciona que la luz es uno de los principales factores ambientales que afectan el crecimiento vegetal asimismo RANGEL (2011) reporto producción anual en la variedad tropical y acrópolis 4.73 y 4.92 hoja/planta respectivamente, mostrando que las variedades produjeron más hojas en el ciclo primavera-verano que en otoño-invierno, explicando que la variación en la intensidad lumínica recibida influye en la producción de hojas

5.5. Producción de flores

La mayor producción de inflorescencia correspondió al tratamiento T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) y T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) con igual proyección anual de 4.66 inflorescencia/planta y la menor producción lo presento el tratamiento testigo T_0 (1 CA) con una proyección anual de 3.91 inflorescencia /planta. Valores obtenidos por los tratamientos son inferiores a los registrados por CASERES y MACIEL (2009), donde la mayor producción registrada fue de 4.8 inflorescencia/planta proyección anual mientras KAMEMOTO y KUENHLE (1996) registró 6 flores por planta por año. La dosis y la frecuencia de fertilización utilizadas en este estudio puede ser una de las razones para bajos niveles de producción de inflorescencias obtenidos en

condiciones locales. En nuestro ensayo, la diferencia entre tratamientos es atribuida al contenido inicial de nutrientes aprovechables en algunos de los materiales orgánicos utilizados (vermicompost y guano de cuy).

En el mes Setiembre se puede observar un incremento en la producción de inflorescencia con respecto al mes de agosto (Figura 20); esto es explicado por el incremento en las horas de sol en las quincenas de julio, Agosto y Septiembre (Anexo 8). RAGEL (2011) indica que, el número de inflorescencias producidas en los ciclos otoño-invierno son menores a las producidas en el primavera-verano en cuatro variedades (tropical, acrópolis, anenke y casino) de anturio para flor de corte cultivadas. HIGAKI *et al.* (1984) menciona que durante la fase reproductiva, el anturio produce una hoja después de una flor y el aparente filocrono (tiempo en producir hojas) está supeditado al nivel de intensidad luminosa.

Según la clasificación de calidad de la inflorescencia; basados en el tamaño y ausencia de daños se puede observar que el mayor número de inflorescencias producidas (94 inflorescencias) son consideradas pequeñas en el mercado 7.62 – 10.16 cm promedio del largo y ancho de espata) representando un 31.33 % del total de la producción. CASTILLO (2008) estudio de mercado realizado en México demostró que, el tamaño preferido de la flor de anturio es de 9 a 12 cm promedio de espata, que es el tamaño pequeño, de color rojo o rosado.

T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) y T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS +

1/2 VER) lograron un 66 y 64 % de inflorescencias de calidad mediana, pequeña y miniatura en plantas de un año de edad, porcentaje registrado es inferior a lo reportado por HERNANDEZ (2004) la producción de anturio estudiados en su segundo año de cultivo es de 52 flores por m² de invernadero y varía mucho en variedades del total de flores cortadas un 78 - 82 % son flores de calidad superior.

5.6. Estabilidad física de los sustratos

Los tratamientos T₃ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T₄ (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) reportaron encogimientos de 51% y 46.22% seguida por T₁ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 VER) 34.44% (Cuadro 12, y Figura 12). CASARES y MACIEL (2009) registraron valores de encogimiento de hasta un 50 % para tratamientos compuestos por bagazo de caña, concordando con los resultados obtenidos. La menor estabilidad física de guano de cuy y compost, es que posee una tendencia a la descomposición o lavado, disminuyendo al peso y volumen del mismo, lo que explicaría su mayor predisponían al volcamiento de plantas.

El tratamiento T₀ constituido solamente por cascarilla de arroz manifestó alta estabilidad, este resultado es explicado por la baja tasa de descomposición dado a su alto contenido de sílice en la cascara de arroz. Para el tratamiento T₂ (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH), la estabilidad es explicado por los materiales empleados en la preparación del bokashi (aserrín, cáscara de arroz y cáscara de cacao) y los materiales empleados en la preparación del tratamiento (cascara de arroz y aserrín). Según ALVAREZ (2005) el aserrín

con alto contenido de lignina es una forma relativamente durable de materia orgánica. Esto le confiere mayor resistencia a la acción microbiana y su volumen se reduce mucho más lentamente (ROBBINS y EVANS, 2008)

HERK *et al.* (1999) Señalan que los medios no inertes son poco recomendables porque pueden cambiar en el tiempo y una de los principales criterios que debe cumplir el sustrato para el anturio es una gran estabilidad física debido a la larga duración del cultivo. POLACK (2006) para flores de corte, donde en las camas compuestas en parte por compost se tiene que reponer sustrato, afectando negativamente el costo de manejo del cultivo.

5.7. Propiedades físicas de los sustratos

Al término de la investigación se pudo observar la disminución en la porosidad total para todos los tratamientos a excepción del tratamiento T₂. (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) que mostro un incremento de 1.56% (de 75.81% a 77.37%) (Figura 12). Al respecto ARGO (1998) señala que la degradación del material con el tiempo reduce el tamaño de las partículas, disminuyendo la porosidad total. El incremento de la porosidad total del tratamiento T₂ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH); se debe a que el tratamiento está compuesto por abono bokashi, este en su preparación contiene una porción de estiércol el cual posee la tendencia a una rápida descomposición y lavado el que fue formando poros e influyendo en el incremento de la porosidad.

VALENZUELA y GALLARDO (2002) reportan que para este caso, un buen sustrato debe tener más del 85% de la porosidad total, siendo el

tratamiento T_0 (1 CA) con 87.89% cumple con esta característica.

la porosidad de aireación (espacio poroso que facilita el drenaje, constituido por los poros muy grandes) tiende a disminuir para los tratamientos T_0 (1 CA), T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY), T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T_4 (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) obteniendo valores de 67.30, 21.63, 21.31 y 16.44% esta disminución se debe principalmente a la reducción del tamaño de las partículas (aserrín, cascarilla de arroz y abonos) por descomposición; mientras tanto el tratamientos T_2 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH); presento un ligero aumento en porosidad de aireación esto es explicado por el comportamiento en la agrupación de las partículas dentro del sustrato (Figura 14). Según HERK *et al.* (1999) lo más importante es que el sustrato proporcione suficiente espacio para que las raíces crezcan y almacenen oxígeno siendo una de las características del anturio, de no transportar oxígeno de las hojas a las raíces.

La capacidad de retención de humedad tiende a elevarse en todos los tratamientos a excepción del tratamiento T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY), que al inicio del ensayo presento el promedio más altos con 60.02%, obteniendo al final 48.40% de la capacidad; esto se debe principalmente a la rápida desintegración y descomposición del guano de cuy (Figura 15). Los tratamientos T_4 (1 TA +2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH), T_2 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 BSH), T_1 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY) y T_3 (1 TA + 1/2 CA +2 AS + 1/2 GCY), con 57.82, 55.89, 53.14 y 48.40% están dentro del rango óptimo tanto al inicio como al final de la evaluación. Según GARCÍA *et al.* (2001) el rango

óptimo de capacidad de retención de humedad es de 40% - 60% para que el sustrato pueda retener agua sin limitar la aireación.

Para la densidad aparente se encontró valores similares tanto al inicio y al final del ensayo, siendo el tratamiento T_0 (1 CA), T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) y T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) presentaron un leve incremento en la densidad con valores de 0.12, 0.31, y 0.36 gcm⁻³. Mientras los tratamiento T_2 y T_4 mostraron un declive de la densidad obtenido valores de 0.39 y 0.40 gcm⁻³ (Figura 15). ABAD y NOGUERA (2000) hacen referencia a cultivo protegidos donde el viento no es un factor limitante, la DA generalmente debe ser mayor a 0,15 g/cm³, para que los sustratos brinden un buen soporte a las plantas, en este sentido, todos los tratamientos a excepción del T_0 (1 CA) con 0,12 g/cm³ cumplen con el requisito. IMÉNEZ y CABALLERO (1990), menciona que una densidad aparente baja en el sustrato, hacen que las plantas sean sensibles a volcarse, pero se observó en el ensayo los problemas de volcamiento no dependieron de la densidad aparente, si no de la estabilidad física del sustrato, como se señaló para el caso de T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), donde el componente guano de cuy, fue sensible a la pérdida de volumen.

ANSONERA (1994) indica como aceptables para compuestos orgánicos valores de 1.5 g/cm³, En el ensayo se observó que los tratamiento T_2 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) y T_4 (1 TA + 2 AS + 1/2 VER + 1/2 BSH) presentan valores entre 1.73 y 1.57 g/cm³ estos son aceptables para compuestos orgánicos.

PIRE y PEREIRA (2003) menciona la importancia del conocimiento de las propiedades físicas particulares, como punto de partida para conseguir el sustrato con las características deseadas; apreciando en conjunto las propiedades físicas de los sustratos en comparación con valores óptimos recomendados (Cuadro 13), se demostró que los tratamientos T_1 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), T_2 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) y T_3 (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) presentan valores de porosidad de aireación (21.31, 21.51 y 21.6%), retención de humedad (53.1, 55.8 y 48.40%) y densidad aparente (0.31, 0.39 y 0.36 g/cm³) que concuerdan a las recomendaciones propuestas de los diferentes autores. Por último se ubica el tratamiento testigo quien mostro una elevada porosidad total (87.89%) siendo una propiedad no determinante para la elección como sustrato, pero no constituyen un criterio definitivo como para descartar su uso (BRACHO *et al.*, 2009).

VI. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T_1 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de vermicompost) presento la mejor respuesta para el área foliar promedio (698.79 cm^2), mientras que el tratamiento T_3 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de guano de cuy) sobresalió en la variable altura 3.14 cm a los 135 días después del trasplante.
2. La mayor producción de hojas correspondió al tratamiento T_4 (1 parte de tierra agrícola + 2 parte de aserrín + 1/2 parte de vermicompost + 1/2 parte de Bokashi) con una producción anual de 3.86 hoja/planta, mientras el tratamiento T_3 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de guano de cuy) alcanzo una producción anual de 4.66 inflorescencia/planta; por otra parte el 53% de la producción total de inflorescencia se concentró en la inflorescencias de tamaño pequeñas (7.62 - 10.16 cm promedio del largo y ancho de espata) y miniaturas (< 7.62 cm. promedio del largo y ancho de espata).
3. El tratamiento T_3 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de guano de cuy) mostro ser el

menos estable reportando contracción del 51% del volumen inicial ; por otra parte los tratamientos T_1 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de vermicompost), T_2 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de bokashi) y T_3 (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de guano de cuy) presentaron valores óptimos en porosidad de aireación (21.31, 21.51 y 21.6%), retención de humedad (53.1, 55.8 y 48.40%) y densidad aparente (0.31, 0.39 y 0.36 g/cm³) respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para el cultivo del *anthurium andreanum* L. en las condiciones de Tingo María, es recomendable utilizar como sustrato al tratamiento T₁ (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de vermicompost) y T₃ (1 parte de tierra agrícola + 1/2 parte de cascarilla de arroz + 2 partes de aserrín + 1/2 parte de guano de cuy)-
2. Se recomienda un lapso de tiempo mayor en la evaluación, para estimar con más precisión el efecto de los tratamientos ya que el cultivo tiene un tiempo de respuesta muy lento.
3. Verificar que las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad relativa sean las más óptimas para el normal desarrollo del anturio.
4. Realizar comparaciones de costos/benéficos de diferentes sustratos en la producción del anturio
5. Realizar correlación estadística entre los factores climáticos y la producción de anturio.
6. Plantear otras formulaciones de sustrato donde se pueda utilizar materiales de disponibilidad local y se determine propiedades físicas recomendables.

ABSTRACT

With the purpose of determining the behavior and the effect of substrates on the growth and production of the *Anthurium andreanum* L. was carried out the research in the TROPICAL S.A.C. nursery in the town of Tingo Maria. Employment is block design with three replicates and five treatments, the treatments were Bokashi (BSH), vermicompost (VER) and guano-pig (GCY), combined with agricultural land (TA), sawdust (AS) and rice husks (CA). To know the effect was evaluated the leaf area, height, production of leaves and inflorescence; for physical properties is used the methodology proposed by PIRE and PEREIRA (2003); also, it was determined the stability of the substrates using the methodology proposed by CASARES and MACIEL (2009). The T₁ treatment (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 VER) showed the best response for the leaf area (698.79 cm²), height (3.12 cm), production of leaves and inflorescence (annual forecast 3.72 sheet/plant and 4.66 inflorescence/plant); the 53% of the total production of inflorescence is concentrated in the inflorescences of small size (7.62 - 10.16 cm average length and width of espata) and thumbnails (< 7.62 cm average length and width of espata). T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) proved to be the most unstable with shrinkage of 51% of the initial volume; on the other hand T₁ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY), T₂ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 BSH) and T₃ (1 TA + 1/2 CA + 2 AS + 1/2 GCY) presented optimal values of porosity of aeration (21.31, 21.51 and 21.6 %), moisture retention (53.1 , 55.8 and 48.40 %) and bulk density (0.31 , 0.39 and 0.36 g/cm³) respectively

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ABAD, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. *In: Cultivo sin suelo*. Ed. por F. Cánovas y J. Díaz. Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. 47-62 p.

ABAD, M., NOGUERA, P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Manual del Cultivo sin Suelo. Ediciones Grupo Mundi-Prensa. Almería, España. 137-184 p.

AGREDA, M. 2011. Efecto de diferentes sustratos sobre el desarrollo de plantas de Anturio (*Anthurium andreanum* Lind.) 'Pink Champion' cultivadas en maceta. Tesis ing. Agrónomo. Maracay, Venezuela. Universidad Central de Venezuela. 41 p.

AGRINFOR. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de cuba. Instituto de suelos. La Habana (Cuba). 64 p.

AGRONEGOCIOS, 2000. Guía técnica para el Cultivo de Anturios "Floricultura". [En línea]: Agronegocios, (<http://agronegocios.gnb.sv>, guía, 30 Mar. 2013).

ALVAREZ, E. 2005. Residuos madereros, transformación y usos [En línea], Mailxmail. (<http://www.Mailxmail.com/curso-residuos-transformacion->

dso/utilizacion-residuos-madereros-agricultura-1, documento 3 Sep. 2013).

ALVARADO, M., SOLANO, J. 2002. Producción de sustratos para viveros. Proyecto VIFINE. Costa Rica. 50 p.

ANSORENA, J. 1995. Propiedades físicas de los sustratos. Chile Agrícola, 20(208): 217-218 p.

ANTHURA. 2007. Directrices para el cultivo del *Anthurium* en maceta. [En línea] Disponible: <http://www.anthura.nl/uploads/downloads/manuals/es/Manual%20Anthurium%20pot%20plants%20SPA.pdf>. [Consultado: 3/3/2013].

ANTHURA, B. 1998. Guía del cultivo del *Anthurium* sp. Edic. Holanda. 20 p.

ARANCIBIA, J. 1993. Uso de sustratos alternativos como reemplazo de tierra de hojas en la producción de plantas ornamentales. Tesis. Ing. Agro. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. 101 p.

ARGO, W. 1998. Root medium physical properties. Hort Technology, 8(4): 481-485.

ATEHORTÚA, L., PIZANO, M. 1999. Anturios. Editorial Hortitecnia Ltd. Santa Fé de Bogotá, de D.C. Colombia. Ball Pull Publishers. 46 p.

BAUDOIN, W., NISEN, A., GRAFIADELLIS, M., VERLODT, H., JIMÉNEZ, R., ZABELTITZ, V., MARTÍNEZ, P., GARNAUD J., MONTEIRO. A. 2002. El

cultivo protegido en el clima mediterráneo. *In: Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos*. FAO. Roma. 143-182 p.

BONILLA E. 1974. El anturio. Tibaitata, Mosquera, Colombia. 79 p.

BRACHO, J., PIERRE, F., QUIROZ, A. 2009. Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. *Bioagro*. [En línea], 21(2): 117-124, Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131633612009000200006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1316-3361. [Consultado: 09/05/2013].

BRAVO, C., MARÍN, M., POLISZUK, H., URDANETA, N., SILVA., W. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron.* [En línea], 23(2):188-196. Disponible en la: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sciarttext&pid=S037878182006000200006&lng=es&nrm=iso>>. ISSN 0378-7818. [Consultado: 09/05/2013]

BURÉS, S. 1997. *Sustratos*. Ed. Agrotécnicas S.L. Madrid, 342 p.

BUSHE, C., NISHIJIMA, T., HARA, H., SATO, M. 2004. Identifying Anthurium flower injuries. University of Hawaii at Manoa. Cooperative Extension Service. CTAHR. Plant Disease. 25: 1-7.

CABALLERO, M. JIMENES, R. 1990. El cultivo industrial en de plantas en

macetas. Ediciones de horticutura. Reus, España. 60 p.

CALDERON, A. CEVALLOS, F. 2001. Los sustratos. [En línea]

(<http://www.drcladeronblabs.com> 18 de May 2013)

CALDERÓN, A. 2004. Propiedades Físicas de los Sustratos. Proyecto Fondef.

Universidad de Chile, Fac. Cs. Agronómicas. Santiago, 3 p.

CALDERON, A. CEVALLOS, F. 2008. El Cultivo Hidropónico de las Flores en

Colombia [En línea]: Los Sustratos, (<http://www.drcladeronblabs.com> 30 May 2013)

CALZADA, J. 1976. Métodos estadísticos. Bloque completo randomizado,

cuadrado latino y otros diseños similares. Tercera edición. Lima - Perú, Editorial Jurídica S.A. 645 p.

CASARES, M., MACIEL, N. 2005. El efecto de seis sustratos sobre calidad y

vida poscosecha del Anturio 'Arizona', Universidad Centroamericana Lisandro Alvarado Venezuela. [En línea]: (<http://www.cedaf.ora.do>, 5 May 2013)

CASARES, M., MACIEL., N. 2009. Estabilidad del medio de crecimiento y

comportamiento del anturio (*Anthurium x Cultorum* cv. Arizona) en sustratos de disponibilidad local. Bioagro. [En línea], 21(2):99-104, Disponible:<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sciarttext&pid=S13163612009000200003&lng=es&nrm=iso>. [Consultado: 02/03/2013].

CASTAÑEDA, P. 1997. Manual técnico cafetalero. Ingeniería para el desarrollo.

Imp. Empresa Grafica Libertad S.A. Lima, Perú. 162 p.

COMPOSTORES, 2006. Los Nutrientes en el Compost [En línea]:

Compostores, (<http://www.compostadores.com>. 25 Sep. 2013).

CORBERA, J., MORALES, C., PANEQUE, J., CALAÑA, M. 2008. Efecto del sustrato en la aclimatización del cultivo de anturio (*Anthurium andreanum*). Cultura tropical. [En línea], 29(3):75-79, Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362008000300013&lng=es&nrm=iso. [Consultado: 09/03/2013].

CRESSWELL, G. 2002. Coir dust a proven alternative top et. Creewell Horticultural Institute. Australia, Newsletter. 13 p.

DE BOODT, M., VERDONCK, O. y CAPPAERT, I. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. Acta Horticulturae. 37: 2054-2062

DUFOUR, L., CLAIRON, M. 1997. Advances in fertilization of *Anthurium* hybrid in guadeloupe (f.w.i.). acta hort. (ishs). [En línea]. 450:433-438. Disponible en: <http://www.actahort.org/books/450/45054.htm>. [Consultado: 09/03/13].

DUFOUR, L., GUÉRIN, V. 2003. Low light intensity promotes growth, photosynthesis, and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical conditions. Adv. Hort. Sci. 17(1): 9-14.

- EVANS, A. 2006. *Anthurium* sets sail to conquer all continents. FlowerTech, EE. UU. 9(2): 6-8.
- EVANS, R., KONDURU, S., STAMPS, R. 1996. Source variation in physical and chemical properties of coconutcoir dust. HORT. SCI. [En línea]. 31:965-967. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852401001894>. [Consultado: 07/03/2013].
- HENNY, J., POOLE, T., CONOVER, C. A. 1988. "Southern Blush" Anthurium. HortScience. 23(5): 922-923.
- HERK, M. 1999. Guía del cultivo del *Anthurium*. Editado en Anthura. BV. Holanda, 19 p.
- HILLEL, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, San Diego. 365 p.
- HIGAKI, T., IMAMURA, J. 1985. Volcanic black cinder as a medium for growing *Anthuriums*. HortScience 20(2): 298-300.
- HIGAKI, T., WATSON, D. 1972, *Anthurium* culture in Hawaii, University of Hawaii. Service Circular, no. 420, 20 p.
- HIGAKI, T., RASMUSSEN, P. 1979. Chemical induction of adventitious shoots in *Anthurium*. HortScience. 14: 64-65.
- HINE, D. 1991. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y dos sustratos de crecimiento sobre la nutrición y producción de *Maranta*

Roja (*Maranta leuconeura*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. UCR. 38 p.

HOLCROFT, D., LAING, D. 1995. Evaluation of pine bark as a substrate for *Anthurium* production in South Africa. acta Hort (ISHS). [En línea]. 401:177-184, Disponible en: <http://www.actahort.org/books/401/40121> [Consultado: 23/05/2013].

HUMEVERD. 1988. Un fertilizante revolucionario. Momento económico. 101 p.

GARCÍA, O., ALCÁNTAR, G., CABRERA, R., GAVI, F. y VOLKE, V. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. Terra latinoamericana, [En línea].19:249-258. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57319306>. [Consultado: 24/05/2013].

JIMÉNEZ, R., CABALLERO, M. 1990. El Cultivo Industrial de Plantas en Maceta. Ediciones de Horticultura SL. Barcelona, España. 90-100 p.

KAMEMOTO, H., A. KUENHLE. 1996. Breeding *Anthurium* in Hawaii. University of Hawaii Press. Honolulu. 125 p.

KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H. 2000. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Genesis, Porto Alegre. 312 p.

LEONHARDT K. W. 1991. The relationship of temperatura and nutrition to the *Anthurium* sp. bleach problem. Research and Extension Services.

College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. Cooperative Extension Service. Honolulu , Hawaii, 200 p.

MASAKI, S., LEBLANC, M. y TABORA, P. 2000. Bocashi. Guácimo, Limón, Costa Rica. 45 p.

MILLER, R., DONAHUE, R. 1995. Soil in your environment. Prentice Hall, New Jersey. 649 p.

NOGUERA, P., ABAD, M., NOGUERA, V., PUCHADES, R.; MAQUIEIRA, A. 2000. Coconut coir waste, a new and viable ecologically-friendly peat substitute. *acta hort.(ishs)* [En línea] 517:279-286. Disponible en: <http://actahort.org/books/517/51734-htm>. [Consultado el 3/03/2013].

NOORDEGRAAF, V. 1973. Influence of temperature on flowering in *Anthurium Scherzerianum*. *Acta Horticulture*. 31:71-76.

NOWBUTH, R. 2001. Alternate substrates for *Anthurium* production. AMAS. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Pp: 45-51.

MURGUÍA, J. 1996. El cultivo de Anturios. Textos universitarios, Universidad Veracruzana. 41 p.

MURGUÍA, J. 2002. Diseño de un agroecosistema de anturio (*Anthurium andreanum* Linden) bajo sombra de chalahuite (*Inga* sp.) en Veracruz. Tesis de Doctorado en Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Postgraduados Colegio de Veracruz. Veracruz, México. 70 p.

- MURGUÍA, G. J., LEE, E. 2008. Manual de producción de anturio. Dirección General Editorial. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 49 p.
- OFFORD C., MUIR, S., TYLER, J. 1998. Growth of selected australian plants in soilless media using coir as a substitute for peat. Australian journal of experimental agriculture. [En línea], 38(8) 879 - 887. Disponible en: <http://www.publish.csiro.au/paper/EA98059.htm>. [Consultado: 3/05/2013].
- ÓZELIK, A., ÓZKAN, C. 2002. EC and ph changes of the growing media and nutrient solution during *Anthurium* production in a closed system. acta hort.(ishs) [En línea] 573:91-96. Disponible en: http://www.actahort.org/books/573/573_11.htm. [Consultado: 3/03/2013].
- PASTOR, J. 2000. Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida, Dpto. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Madrid, España. pp. 231-235.
- PIRE, R.; PEREIRA, A. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. Bioagro. [En línea], 15(.1):55-64. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131633612003000100007&lng=es&nrm=iso. [Consultado: 11/03/2013].
- POLACK, S. 2006. Produção em diferentes adubações e substratos e pós-colheita de antúrio de corte. Mestrado em Agronomia. Universida de

Federal do Paraná. Curitiba. [En línea]. Disponible en: http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/10639/1/Polack_Anturio.pdf >. [consultado el 12/05/2013].

POOLE, R., CONOVER, C., JOINER, J. 1981. Soil and potting mixture *In*: Foliage Plant Production. Joiner J. N. Ed. Prentice Hall. Virginia, New Jersey. 179-202 p.

PROEXANT. 2005. Producción de Exportadores Agricultores Tradicionales [En línea]: PROEXANT, (http://proexant.org.ec/ht_Anturio.htm, 15 Jun. 2013)

RANGEL, S. 2011. Intensidad luminosa y ácido giberélico en la producción de anturio para flor de corte. Tesis doctora en ciencias Recursos genéticos y productividad fisiología vegetal. Montecillo, México. Colegio de postgraduados. 119 p.

RAPSEY, J. 1998. El Cultivo del Anturio en Trinidad y Tobago. Trinidad y Tobago, p. 150.

RAVIV, M., WALLACH, R., SILBER, A., BARTAL, A. 2002. Substrates and their analysis. *In*: Hydroponic production of vegetable and ornamental. D. Savvas and H. Passam (eds). Embryo publications. Athens, Greece. 25-101 p.

REED, D. 2007. Soil and Soilless Growing Media. Horticulture Workshops. Department of Horticultural Sciences. Texas A & M University. [En línea]. Disponible en: <http://generalhorticulture.tamu.edu/>

HORT604/Workshop Mex07/PropSoilWaterWo

- RESTREPO, J. 2005. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores de Centroamérica y Brasil. Circular n° 3. 51 p.
- RIOS, O., CALLE, C. 1994. Humus de lombricultura y su efecto en el rendimiento de *Cucumis sativus*, *Capsicum annum* y *Vigna sinensis* en un ultisol degradado de Pucallpa. IIAP Folia Amazónica, Pucallpa. 47 – 58 p.
- ROBBINS, J., EVANS, M. 2008. Growing Media for Container Production in a Greenhouse or Nursery. Part I. Cooperative Extension Service. University of Arkansas. [En línea]. Disponible en: <http://www.uaex.edu/OtherAreas/publications/PDF/FSA-6097.pdf> [Consultado el 10/03/2013].
- RODRIGUEZ, S. 1999. Performance del Anturio (*Anthurium andreanum* L.) en diferentes materiales de cama (sustrato) en dos lugares de Puerto Rico. Puerto Rico. 250 p.
- RODRIGUEZ, M. y PANIAGUA, G. 1994. Horticultura orgánica: Una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz, Costa Rica. Fundación Guilombe, San José, Costa Rica. 50 p.
- ROJAS, R. 1987. Uso de tres tipos de sustrato en la propagación de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en fase de vivero en la zona del Alto Huallaga. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María,

Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 81 p.

SOLANO, M. 2006. Efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento y producción de anturio (*Anthurium andreanum* L.), Tingo María, Perú. Tesis ing. Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 65 p.

SANCHEZ, C. 2003. Abonos orgánicos y lombricultura. Ediciones RIPLAME. Lima, Perú. 135p.

SONNEVELD, C., VOOGT, W. 1993. The concentration of nutrients for growing *Anthurium andreanum* in substrate. Acta Hort. (ISHS). [En línea]. 342:61-68. Disponible en: <http://www.actahort.org/books/342/3427.htm>. [Consultado el 10/05/2013].

TISDALE, G. y NELSON, W. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edit. Montaner y Simón S.A. Barcelona, España. 760 p.

TORRES, R. 2011. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento y desarrollo del anturio (*Anthurium andreanum* L.) a partir de hijuelos y esquejes en Fase de vivero. Tesis ing. Forestal. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 44 p.

TORTOSA, J. 1990. La Turba: su caracterización. Propiedades físicas y químicas evaluación para cultivos en contenedor. (1ra Parte). Agrícola Vergel, 9 (106) 777-783.

- TRUJILLO, R., DAQUINTA, M. NÁPOLES, L. CONCEPCIÓN, O.,
BALMASEDA, M. 2000. Micropropagación de variedades de *Anthurium*
andraenum de interés comercial. Agrícola Vergel 18 (216): 793-796.
- URRESTARAZU, M. 2004. Tratado del cultivo sin suelo. Mundi-prensa. Madrid,
914 p.
- VALDÉZ, A., HERNÁNDEZ, M. 2005. Anturio, Cultivo y fisiología. Universidad
Autónoma Chapingo, UACH. México. 102 p.
- VALENZUELA, O., y GALLARDO, C. S. 2003. Los sustratos: un insumo clave
en los sistemas de producción de plantines. IDIA XXI, Año III N° 4,
Horticultura y Floricultura: 25-29.
- VALENZUELA, O., GALLARDO, C. 2002. Sustratos Hortícolas. Un Insumo
Clave en los Sistemas de Producción de Plantines. XXV Congreso
Argentino de Horticultura y 1° Encuentro Virtual 2002. [En línea].
Disponible en: http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/hortalizas_03.pdf. [Consultado: 10/03/2013].
- VAN HERK, M. 1992. Growing tips for *Anthurium andraeanum*. Nic van der
Knaap, *anthurium selectees*. 11 p.
- VAN HERK, M., VAN KOPPEN, M., SMEDING, S., VAN DER ELZEN, C., VAN
ROSMALLEN, N., VAN DIJK, J., LONT, A., VAN SPINGELEN, J. 1998.
Cultivation Guide *Anthurium*. Global know-how for growers around the

globe. Anthura, B.V., Bleiswijk, Holland. 140 p.

VAN OS, E. A. 2001. Design of sustainable hydroponic systems in relation to environment-friendly disinfection methods. *Acta Hort.* 548: 197-205.

ANEXO

Anexo 1. Composición del abono Bokashi

Para obtener 30 kg del abono orgánico tipo bokashi se requieren la siguiente cantidad de materiales

Cuadro 14. Material orgánico empleado en la preparación del bokashi

Materia orgánico	Cantidad
Estiércol de cuy	9 kg
Tierra negra	9 kg
Aserrín	2kg
Carbón vegetal	2 kg
Ceniza	2 kg
Cascarilla de arroz	2 kg
Melaza de caña	1.5 ml
Cascara de cacao	2 kg
Polvillo de arroz	1 kg
Levadura	1 kg
MEB	100 ml

Fuente: MARTINEZ (2004)

MEB: organismos eficientes de bosques

Anexo 2. Datos del ancho y largo de hojas para realizar regresión lineal**Cuadro 15. Regresión lineal**

para determinar el
área foliar del
anturio (tomando el
ancho de la hoja)

N°	Ancho	Área
h1	3.4	10.7
h2	4.7	21.4
h3	4.8	23.6
h4	5.6	38.6
h5	8.2	92.2
h6	8.0	68.6
h7	8.3	81.5
h8	9.1	107.2
h9	11.9	175.8
h10	11.5	180.1
h11	12.6	248.8
h12	12.9	210.2
h13	13.3	238.1
h14	17.0	386.1
h15	18.3	540.5
h16	17.4	413.9
h17	21.7	671.3
h18	23.4	720.7

H_0 : El área de la hoja no depende del
ancho

H_a : El área de la hoja si depende del
ancho

$$Y = 36.867X - 199.42$$

$$R^2 = 0.949$$

Cuadro 16. Regresión lineal

para determinar el
área foliar del
anturio tomando el
largo de la hoja)

N°	Largo	Área
h1	5.8	10.7
h2	7.8	21.5
h3	6.8	23.6
h4	9.7	38.6
h5	13.4	92.2
h6	10.5	68.6
h7	10.5	81.5
h8	12.5	107.3
h9	17.3	175.9
h10	18.2	180.2
h11	20.3	248.8
h12	18.8	210.2
h13	18.8	238.1
h14	23.7	386.1
h15	26.4	540.5
h16	23.0	414.0
h17	29.7	671.4
h18	31.1	720.7

H_0 : El área de la hoja no depende de la
longitud

H_a : El área de la hoja si depende de la
longitud

$$Y = 27.594X - 231.42$$

$$R^2 = 0.926$$

- 0.949 indica una elevada correlación positiva
- El 94.9% de la variabilidad del área foliar esta explicado por el ancho

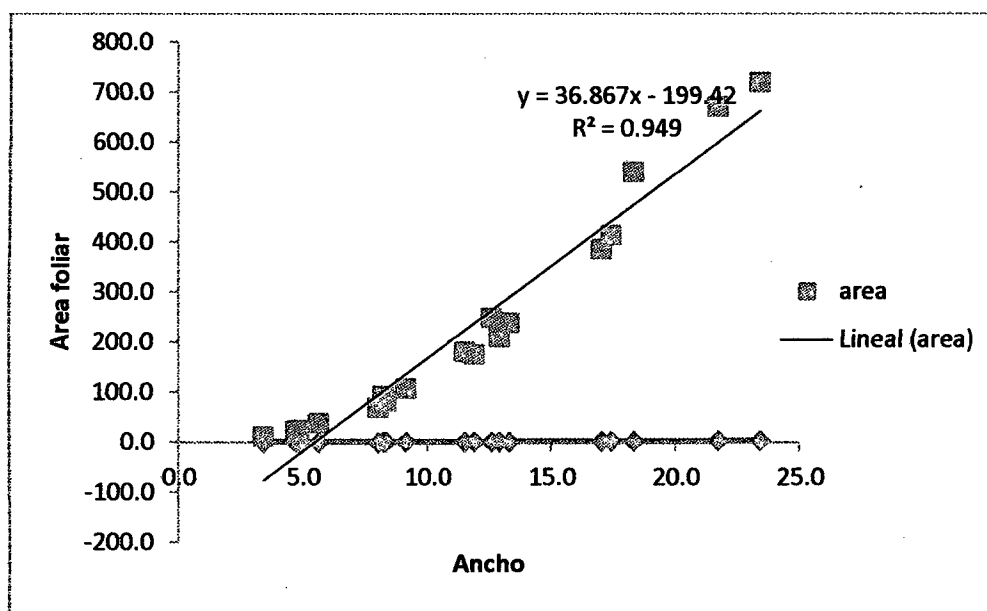


Figura 18. Curva de la regresión lineal (ancho de hoja)

- 0.92 indica una elevada correlación positiva
- El 92.6% de la variabilidad del área foliar esta explicado por la longitud

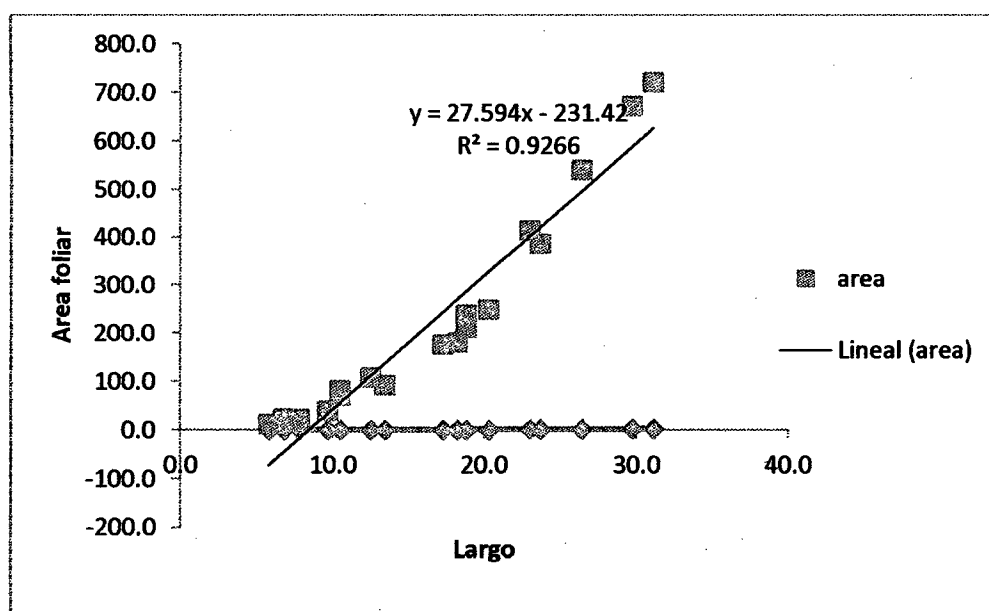
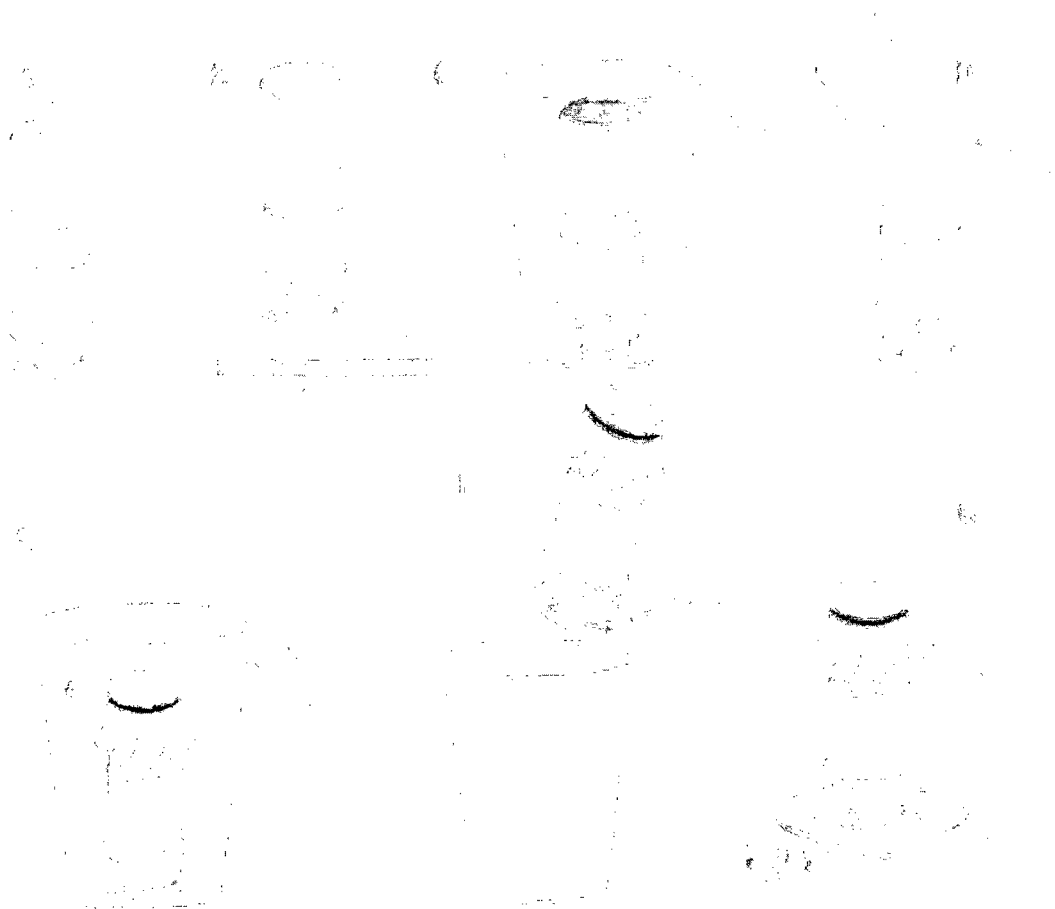


Figura 19. Curva de regresión lineal (largo de la hoja)

Anexo 3. Metodología para la determinación de propiedades físicas de sustratos de Pire y Pereira (2003).



Secuencia del proceso de análisis de muestras. A) llenado del porómetro. B) Asentamiento o de la muestra al golpear el porómetro sobre una base de madera. C) Saturación lenta con agua desde los orificios del fondo. D) Eliminación y enrase del tercio superior de la muestra. E. Colocación del liencillo c inmersión repetida del porómetro en agua. F. Extracción del porómetro del agua previo taponado de los orificio de llenado. G. Colecta y medición del volumen drenado

Anexo 4. Datos promedios registrados durante los meses de junio-setiembre del 2013

Cuadro 17. Datos promedios de área foliar registrados por evaluación

Primera evaluación de área foliar						Quinta evaluación de área foliar					
Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio	Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	511.23	526.28	506.21	1543.72	514.57	T0	694.80	622.61	603.64	1921.06	640.35
T1	574.19	568.92	537.57	1680.69	560.23	T1	780.81	730.86	721.61	2233.29	744.43
T2	553.12	526.28	561.65	1641.05	547.02	T2	747.73	741.00	702.76	2191.49	730.50
T3	520.51	526.78	552.37	1599.66	533.22	T3	682.30	708.64	775.15	2166.08	722.03
T4	618.34	523.27	534.56	1676.17	558.72	T4	728.32	679.22	686.46	2094.00	698.00
Suma	2777.39	2671.53	2692.36	8141.28	542.75	Suma	3633.97	3482.32	3489.62	10605.91	707.06
Segunda evaluación de área foliar						Sexta evaluación de área foliar					
Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio	Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	583.29	569.93	500.37	1653.59	551.20	T0	727.23	663.35	647.61	2038.19	679.40
T1	636.40	574.91	592.04	1803.35	601.12	T1	803.24	786.12	774.58	2363.93	787.98
T2	614.86	572.75	605.55	1793.17	597.72	T2	748.77	792.74	720.61	2262.12	754.04
T3	583.54	605.93	634.65	1824.12	608.04	T3	804.53	773.16	835.35	2413.04	804.35
T4	672.28	581.15	588.56	1841.99	614.00	T4	862.44	783.21	733.90	2379.55	793.18
Suma	3090.38	2904.68	2921.17	8916.23	2972.08	Suma	3946.22	3798.57	3712.05	11456.84	763.79

... Continuación

Tercera evaluación de área foliar

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	607.12	604.36	531.80	1743.28	581.09
T1	683.73	622.89	649.01	1955.64	651.88
T2	657.83	636.04	592.72	1886.59	628.86
T3	585.83	657.90	672.06	1915.79	638.60
T4	662.74	629.48	599.56	1891.79	630.60
Suma	3197.26	3150.67	3045.16	9393.09	626.21

Cuarta evaluación de área foliar

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	687.03	691.98	613.71	1992.72	664.24
T1	756.45	698.22	753.65	2208.31	736.10
T2	718.42	677.18	619.92	2015.51	671.84
T3	653.85	651.09	705.49	2010.43	670.14
T4	695.92	669.18	678.43	2043.54	681.18
Suma	3511.67	3387.64	3371.20	10270.51	684.70

Séptima evaluación de área foliar

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	704.30	665.07	628.51	1997.88	665.96
T1	753.21	701.19	704.99	2159.39	719.80
T2	675.14	715.34	640.95	2031.43	677.14
T3	775.58	698.25	785.98	2259.81	753.27
T4	802.07	710.79	689.18	2202.05	734.02
Suma	3710.30	3490.64	3449.62	10650.56	710.04

Octava evaluación de área foliar

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	745.26	706.49	646.32	2098.08	699.36
T1	834.93	797.12	734.31	2366.36	788.79
T2	764.29	746.98	700.51	2211.78	737.26
T3	816.72	748.49	843.21	2408.42	802.81
T4	879.72	783.36	881.30	2544.37	848.12
Suma	4040.92	3782.44	3805.64	11629.00	775.27

Cuadro 18. Cuadrados medios de los análisis de varianza para el área foliar por evaluación

F. de Variación	GL	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8
Bloques	2	629.06	2112.91	1214.62	1179.41	1462.87	2803.96	3929.46	4090.18
Tratamiento	4	1097.72	1869.52	2155.55	2588.14	5026.37	7733.49	4172.94	10091.99
Error Exp	8	798.84	1145.74	1444.18	1347.66	1361.42	1418.91	1405.56	1900.45
Total	14								
CV %		5.21%	5.69%	6.07%	5.36%	5.22%	4.93%	5.28%	5.62%

Cuadro 19. Suma de promedio de bloques por evaluación

Cuadro 20. Suma de promedios de tratamientos por evaluación

Tratamiento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	Suma
T0	1543.72	1653.59	1743.28	1992.72	1921.06	2038.19	1997.88	2098.08	14988.52
T1	1680.69	1803.35	1955.64	2208.31	2233.29	2363.93	2159.39	2366.36	16770.96
T2	1641.05	1793.17	1886.59	2015.51	2191.49	2262.12	2031.43	2211.78	16033.14
T3	1599.66	1824.12	1915.79	2010.43	2166.08	2413.04	2259.81	2408.42	16597.34
T4	1676.17	1841.99	1891.79	2043.54	2094.00	2379.55	2202.05	2544.37	16673.45
Suma	8141.28	8916.23	9393.09	10270.51	10605.91	11456.84	10650.56	11629.00	81063.42

Cuadro 21. Datos promedios de altura registrados entre los meses de Junio- Setiembre del 2013

Primera evaluación de altura de planta

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	2.81	2.76	2.64	8.21	2.74
T1	2.75	2.87	2.77	8.40	2.80
T2	2.61	2.74	2.75	8.09	2.70
T3	2.70	2.78	2.90	8.38	2.79
T4	2.55	2.54	2.61	7.69	2.56
Suma	13.42	13.69	13.66	40.77	2.72

Segunda evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	2.86	2.85	2.71	8.43	2.81
T1	3.02	2.99	2.79	8.80	2.93
T2	2.77	2.83	2.84	8.44	2.81
T3	2.85	2.83	2.99	8.66	2.89
T4	2.62	2.55	2.63	7.80	2.60
Suma	14.12	14.05	13.95	42.12	2.81

Quinta evaluación de altura de planta

Tratamiento	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.09	3.04	3.04	9.16	3.05
T1	3.18	3.34	3.12	9.64	3.21
T2	3.11	3.04	3.12	9.26	3.09
T3	3.15	3.11	3.47	9.73	3.24
T4	3.06	3.03	2.94	9.03	3.01
Suma	15.59	15.55	15.68	46.82	3.12

Sexta evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.18	3.16	3.08	9.43	3.14
T1	3.31	3.34	3.16	9.81	3.27
T2	3.16	3.08	3.15	9.40	3.13
T3	3.19	3.15	3.47	9.81	3.27
T4	3.15	3.12	3.12	9.39	3.13
Suma	16.00	15.85	15.99	47.84	3.19

... Continuación

Tercera evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.00	2.90	2.85	8.75	2.92
T1	3.05	3.08	2.84	8.97	2.99
T2	2.95	2.86	2.88	8.69	2.90
T3	2.93	2.87	3.13	8.93	2.98
T4	2.75	2.76	2.71	8.23	2.74
Suma	14.68	14.48	14.40	43.56	2.90

Cuarta evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.05	2.90	3.04	8.99	3.00
T1	3.10	3.20	2.97	9.27	3.09
T2	2.97	2.99	3.04	9.00	3.00
T3	3.05	3.06	3.34	9.45	3.15
T4	2.87	2.85	2.85	8.57	2.86
Suma	15.05	15.01	15.23	45.29	3.02

Séptima evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.26	3.29	3.08	9.64	3.21
T1	3.33	3.38	3.16	9.87	3.29
T2	3.25	3.09	3.15	9.50	4.04
T3	3.19	3.33	3.52	10.04	3.35
T4	3.28	3.18	3.25	9.72	4.06
Suma	16.32	16.27	16.17	48.76	3.59

Octava evaluación de altura de planta

Tratamientos	I	II	III	Suma	Promedio
T0	3.35	3.34	3.32	10.01	3.34
T1	3.44	3.41	3.28	10.13	3.38
T2	3.43	3.20	3.15	9.78	3.26
T3	3.41	3.41	3.63	10.45	3.48
T4	3.35	3.34	3.33	10.01	3.34
Suma	16.97	16.69	16.71	50.38	3.36

Cuadro 22. Numero de inflorescencia producida por tratamientos durante los meses de junio - setiembre del 2013

Trata	1° Eval 1 de Jun				2° Eval 16 de Jun				3° Eval 2 Jul				4° Eval 18 de Jul				5° Eval 3 de Ago				6° Eval 18 de Ago				7° Eval 3 de Set.				8° Eval 18 de Set.				Suma
	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	CN	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	NC	MI	Pe	Me	NC	
T2		2				2	1							2	1		1				1	1			2				1			14	
T0		1				1		1	1	1	1		1						1		1	1			1				1			13	
T4		2				1	2	1			1			1					3		1					1			1			14	
T3	1	2				1				2			1	1			1	1			1		1		3				1			16	
T1		2				1	1		1		1		1	1						1		2				3			2	1		18	
T4		2				1		1			1	1		1	1						1	1		1	1	1					2	15	
T3		1				2		1				1	1			3	2	1			2	2			1	1			2			20	
T2		2				1						3		1							1	1		1				2	1			13	
T1		1	2						1	1			1	1		1		2							2	1			1			14	
T0		1				2	2		1	1				2							1							1				11	
T3			2			1		1		1		2	1		1	1	1	1	1	2					2	1			1			19	
T0				2	1			3				3			2	1	1			1	2							2	1			19	
T1	1	1				3		1		1		3	1		4	1	2			1	1				2				1			23	
T4		1				1					2	2			1				1			1				1	1	2	3			16	
T2		1	1									2			2				1		2			1	2			2	2			16	
Suma	2	19	5	2	5	18	2	9	5	7	4	20	4	11	0	18	6	11	4	6	14	10	0	3	16	9	1	6	13	9	0	2	241

Cuadro 23. Numero de hojas producidas por tratamiento durante los meses de junio a setiembre del 2013

Trata	1° Eval 01/06	2° Eval 16/06	3° Eval 2/07	4° Eval 18/07	5° Eval 3/08	6° Eval 18/08	7° Eval 03/09	8° Eval 18/09	Suma
T2	1	3	3	-	3	1	2	4	17
T0	2	1	3	1	2	2	2	2	15
T4	1	1	3	3	4	2	3	1	18
T3	2	3	1	3	2	1	-	5	17
T1	1	5	1	-	4	3	1	2	17
T4	3	1	4	2	4	2	1	2	19
T3	4	1	1	4	2	-	3	3	18
T2	2	2	1	3	2	1	2	2	15
T1	2	4	2	3	3	1	1	-	16
T0	1	2	2	2	3	3	3	1	17
T3	1	2	3	5	3	-	1	2	17
T0	-	2	3	2	2	1	-	4	14
T1	3	2	1	3	3	2	1	3	18
T4	2	-	2	3	2	1	4	2	16
T2	1	2	2	3	2	-	3	2	15
Suma	26	31	32	37	41	20	27	35	249

Anexo 5. Datos registrados de estabilidad y propiedades físicas

Cuadro 24. Datos de estabilidad de sustratos

Bloque	Sustrato	1ºEva	2ºEva	Diferencia	Variación (%)
BI	T2	15	12.5	2.5	17.33
		15	12.3	2.7	
		15	12.6	2.4	
	T0	15	12.4	2.6	16.67
		15	7.1	7.9	
	T4	15	7.2	7.8	52.33
		15	6.5	8.5	
	T3	15	6.3	8.7	57.33
		15	9.5	5.5	
T1	15	9.4	5.6	37.00	
BII	T4	15	8.8	6.2	46.67
		15	7.2	7.8	
		15	8	7	
	T3	15	8.8	6.2	44.00
		15	10.1	4.9	
	T2	15	11.5	3.5	28.00
		15	10.1	4.9	
	T1	15	10	5	33.00
		15	12.6	2.4	
T0	15	12.3	2.7	17.00	
BIII	T3	15	5.4	9.6	51.67
		15	9.1	5.9	
		15	11.7	3.3	
	T0	15	12	3	21.00
		15	9.5	5.5	
	T1	15	10.5	4.5	33.33
		15	9.1	5.9	
	T4	15	9	6	39.67
		15	11.5	3.5	
T2	15	12	3	21.67	

Anexo 5. Datos de propiedades físicas de los sustratos al inicio y final del ensayo

Cuadro 25. Propiedades físicas al inicio del ensayo

Materiales	N	PH	PS	Va(ml)	Vc	PT(%)	Prom	PA (%)	Prom	CRH(%)	Prom	Da(g/cc)	Prom	Dr(g/cc)	Prom
T0	1	152.22	53.10	504.45	681.18	0.89		74.06%		14.55%		0.08		0.68	
	2	159.30	61.95	495.60	681.18	0.87	88.48%	72.76%	74.06%	14.29%	14.42%	0.09	0.09	0.70	0.75
	3	150.45	53.10	504.45	681.18	0.88		74.06%		14.29%		0.08		0.67	
	4	164.61	65.49	513.30	681.18	0.90		75.35%		14.55%		0.10		0.95	
T1	1	548.70	212.40	203.55	681.18	0.79		29.88%		49.37%		0.31		1.50	
	2	552.24	212.40	191.16	681.18	0.78	78.47%	28.06%	28.45%	49.89%	50.02%	0.31	0.30	1.41	1.41
	3	539.85	203.55	185.85	681.18	0.77		27.28%		49.37%		0.30		1.28	
	4	545.16	194.70	194.70	681.18	0.80		28.58%		51.45%		0.29		1.43	
T2	1	637.20	269.04	150.45	681.18	0.76		22.09%		54.05%		0.39		1.65	
	2	631.89	265.50	141.60	681.18	0.75	75.81%	20.79%	21.50%	53.79%	54.31%	0.39	0.40	1.53	1.65
	3	646.05	279.66	148.68	681.18	0.76		21.83%		53.79%		0.41		1.68	
	4	653.13	274.35	145.14	681.18	0.77		21.31%		55.61%		0.40		1.74	
T3	1	646.05	238.95	145.14	681.18	0.81		21.31%		59.76%		0.35		1.85	
	2	637.20	230.10	150.45	681.18	0.82	82.24%	22.09%	22.22%	59.76%	60.02%	0.34	0.35	1.86	1.96
	3	654.90	247.80	159.30	681.18	0.83		23.39%		59.76%		0.36		2.16	
	4	644.28	230.10	150.45	681.18	0.83		22.09%		60.80%		0.34		1.97	
T4	1	663.75	318.60	139.83	681.18	0.71		20.53%		50.67%		0.47		1.62	
	2	677.91	327.45	123.90	681.18	0.70	70.42%	18.19%	18.90%	51.45%	51.51%	0.48	0.48	1.58	1.63
	3	699.15	336.30	118.59	681.18	0.71		17.41%		53.27%		0.49		1.68	
	4	672.60	327.45	132.75	681.18	0.70		19.49%		50.67%		0.48		1.61	

Cuadro 26. Propiedades fisicas al final del ensayo

Materiales	N	PH	PS	Va(ml)	Vc	PT(%)	Prom	PA (%)	Prom	CRH(%)	Prom	Da(g/cc)	Prom	Dr(g/cc)	Prom
T0	1	212.4	79.65	447.81	681.18	0.85		65.74%		19.49%		0.12		0.12	
	2	233.64	88.5	460.2	681.18	0.89	87.89%	67.56%	67.30%	21.31%	20.59%	0.13	0.12	0.13	0.13
	3	230.1	88.5	456.66	681.18	0.88		67.04%		20.79%		0.13		0.13	
	4	224.79	83.19	469.05	681.18	0.90		68.86%		20.79%		0.12		0.12	
T1	1	566.4	212.4	143.37	681.18	0.73		21.05%		51.97%		0.31		0.31	
	2	575.25	207.09	150.45	681.18	0.76	74.45%	22.09%	21.31%	54.05%	53.14%	0.30	0.31	0.31	0.31
	3	569.94	203.55	132.75	681.18	0.73		19.49%		53.79%		0.30		0.30	
	4	580.56	221.25	153.99	681.18	0.75		22.61%		52.75%		0.32		0.33	
T2	1	637.2	265.5	159.3	681.18	0.78		23.39%		54.57%		0.39		0.39	
	2	651.36	269.04	143.37	681.18	0.77	77.37%	21.05%	21.57%	56.13%	55.80%	0.39	0.39	0.40	0.39
	3	646.05	256.65	145.14	681.18	0.78		21.31%		57.17%		0.38		0.38	
	4	651.36	274.35	139.83	681.18	0.76		20.53%		55.35%		0.40		0.41	
T3	1	569.94	238.95	141.6	681.18	0.69		20.79%		48.59%		0.35		0.35	
	2	566.4	238.95	141.6	681.18	0.69	70.03%	20.79%	21.63%	48.07%	48.40%	0.35	0.36	0.35	0.36
	3	575.25	247.8	155.76	681.18	0.71		22.87%		48.07%		0.36		0.37	
	4	584.1	251.34	150.45	681.18	0.71		22.09%		48.85%		0.37		0.37	
T4	1	681.45	283.2	122.13	681.18	0.76		17.93%		58.46%		0.42		0.42	
	2	670.83	274.35	109.74	681.18	0.74	74.25%	16.11%	16.44%	58.21%	57.82%	0.40	0.40	0.41	0.41
	3	646.05	260.19	100.89	681.18	0.71		14.81%		56.65%		0.38		0.38	
	4	672.6	277.89	115.05	681.18	0.75		16.89%		57.95%		0.41		0.41	

Anexo 6. Análisis físico químico de enmiendas



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
Av. Universitaria s/n Telef. 562190 Anexo 283 Fax 561155 Aptdo. 155
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS FISICO QUIMICO DE ENMIENDAS

Solicitante: VERGARA GIRON DICK EDERT

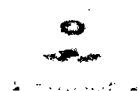
Nº de Muestra de Laboratorio		Base Seca		Porcentaje (%)		Porcentaje (%)		Porcentaje (%)	
		Ceniza (%)	Materia Orgánica (%)	Materia Seca	Humedad	Ceniza en base seca	Materia Orgánica en base seca	Ceniza en base Húmeda	Materia Orgánica en base Húmeda
M570	BOKASHI	68.67	31.33	98.15	1.85	68.67	31.33	67.40	30.75
M571	CASCARILLA DE ARROZ	18.27	81.73	95.46	4.54	18.27	81.73	17.44	78.02
M572	HUMUS	44.03	55.97	96.86	3.14	44.03	55.97	42.65	54.21
M573	ASERRIN	48.01	51.99	94.32	5.68	48.01	51.99	45.28	49.04
M574	ESTIERCOL DE CUY	24.91	75.09	94.11	5.89	24.91	75.09	23.44	70.67

Muestra	(%) N en Base Seca	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	P (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	(%) N en Base Humedad
M570	1.33	4.97	1.66	0.70	0.05	2.62	301.65	30.24	52.59	3.09	1.30
M571	0.89	0.28	0.07	0.12	0.00	0.36	82.68	0.26	171.88	3.50	0.85
M572	2.55	3.34	1.11	1.03	0.07	3.79	105.47	21.35	1238.79	3.26	2.47
M573	0.91	4.53	1.61	1.21	0.06	4.15	134.11	21.31	30.48	3.47	0.86
M574	4.25	3.25	0.90	0.55	0.05	6.36	72.58	11.22	10.04	3.40	4.00

Ing. Hugo Huamani Yupanqui
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos

04/06/2013 09:27

Anexo 7. Análisis foliar del *Anthurium andreanum* L. variedad Tropical por tratamiento



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
Av. Universitaria s/n Tel: 562190 Anexo 253 Fax 561156 Aptdo. 156
analisis.suelos@unagsi.hogara.com



ANALISIS FOLIAR

Colectante: **DICK EDERT VERGARA GIRON**

PROCEDENCIA: **TINGO MARIA**

Nº de Muestra de Laboratorio		
M1677	Anturio	T0
M1678	Anturio	T1
M1679	Anturio	T2
M1680	Anturio	T3
M1681	Anturio	T4

Porcentaje (%)		Porcentaje (%)		Porcentaje (%)	
Materia Seca	Humedad	Ceniza en base seca	Materia Orgánica en base seca	Ceniza en base húmeda	Materia Orgánica en base húmeda
92.86	7.14	10.23	89.77	9.50	83.36
93.31	6.69	11.39	88.61	10.63	82.69
94.01	5.99	10.94	89.06	10.28	83.73
93.83	6.17	0.87	99.13	0.82	93.01
93.56	6.44	11.83	88.17	11.07	82.49

Muestra	(%) N en Base Seca	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	P (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
M1677	2.1	2.56	0.54	1.60	0.16	1.29	275.49	9.58	1052.01	39.03
M1678	2.3	3.79	0.64	1.87	0.22	1.70	47.00	10.74	791.15	37.80
M1679	2.4	3.96	1.30	2.50	0.12	1.23	224.41	7.71	713.15	32.12
M1680	2.3	3.23	0.63	2.34	0.27	1.88	232.51	9.28	665.70	33.78
M1681	2.3	5.59	0.58	2.48	0.10	1.88	147.49	8.89	350.11	33.72



REC 80 N° 0353724

31/10/2013 14:01

Anexo 8. Datos meteorológicos quincenales de los meses de Abril –Setiembre del 2013 de la estación Tingo María



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Gabinete de Meteorología y Climatología



"Año de la inversión para el desarrollo rural y la seguridad alimentaria"

Tingo María, 10 de octubre del 2013

Datos Meteorológicos de la estación Tingo María

Coordenadas Geográficas Latitud: 09°18'00"sur Longitud: 76°01'00"oeste Altitud: 660 m.s.n.m

Periodo: 2013

Temperatura del aire °C													
Año	Periodo	Máxima		Mínima		Media		Humedad Relativa (%)		Precipitación		Horas sol	
2013	Abril	31.6		20.3		25.9		83		39.5		104.7	
	Mayo	30	29.9	20.5	20.8	25.2	25.3	85	86	82.8	122.3	68.1	73.3
	Junio	29.1	30	20	20.2	24.5	25.1	85	85	110.4	62.8	75.1	82.7
	Julio	29.1	30	19.6	18.8	24.3	24.4	86	85	86.4	17	79.1	112.4
	Agosto	30.4	29.9	20	19.6	25.2	24.7	84	85	107	141.7	81.6	100.2
	Setiembre	31.3		19.9		25.6		82		14.8		106.8	



[Firma manuscrita]

Anexo 9. Panel fotográfico



Figura 20. Preparación de sustratos según las proporciones indicadas



Figura 21. Riego de las camas de almacigo antes de la siembra



Figura 22. Medición del área foliar tomando la longitud de la hoja



Figura 23. Visita de parte del jurado a la parcela de investigación

Anexo 10. Mapa de ubicación

