

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA
ORQUÍDEA *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe DEL BOSQUE
DE NEBLINA LA DIVISORIA EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

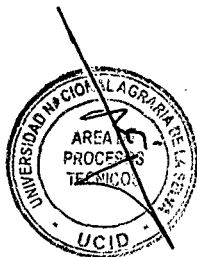
Presentado por:

CINTHIA MILAGROS CHAVEZ RUIZ

PROMOCIÓN 2010-I

TINGO MARÍA - PERÚ

2012



F62

CH31

CHavez Ruíz, Cinthia Milagros

Efecto de diferentes sustratos en el establecimiento de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB.f.) Rolfe del bosque de neblina La Divisoria en el jardín botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María 2012

84 páginas; 12 cuadros; 06 figuras.; 55 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

1. SUSTRATOS

2. ORQUÍDEA

3. CRECIMIENTO

4. NUTRIENTES

5. HIJUELO

6. BOSQUE DE NEBLINA



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 19 de diciembre del 2012, a horas 09:00 a.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE LA ORQUÍDEA (*Phragmipedium boissierianum* (RCHB. F.) Rolfe) DEL BOSQUE DE NEBLINA LA DIVISORIA EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA”

Presentado por la Bachiller: **CINTHIA MILAGROS CHAVEZ RUIZ**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia, la sustentante queda apta 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, 25 de marzo del 2013


Ing. JAIME TORRES GARCÍA
PRESIDENTE




Blgo. M.Sc. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMENTE
VOCAL


Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
VOCAL


Blgo. M.Sc. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios mi Padre Celestial, por ser mi fortaleza y motivo, por guardarme y guiarme cada día de mi vida.

A mi amada madre Julia Ruiz Alanya, por creer en mí, por el sacrificio que realizó para darme educación.

A mis hermanos: Leonel, Henry, Cristian y Samuel, por esos momentos alegres que vivimos y con el amor de siempre.

A mi esposo José Luis Rodríguez Infante, por su apoyo incondicional y a mi hijita Tracy Milagros con infinito amor, por ser el motivo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.
- A todos los catedráticos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación académica profesional.
- Al Blgo. M.Sc. José Kalión Guerra Lú, como asesor de la presente investigación, por su orientación profesional y facilidades para su realización.
- A los ingenieros Raúl Araujo Torres, Jaime Torres García y el Blgo. M. Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante, por sus aportes valiosos al trabajo de investigación.
- Al señor Marcelino Daza por el apoyo en el trabajo de campo realizado en la presente investigación.
- A mis amigos y amigas, y a todos aquellos que me apoyaron en forma incondicional en la culminación de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades de las orquídeas	3
2.1.1. Origen y distribución.....	4
2.1.2. Descripción botánica	5
2.1.3. Fenología de <i>Phragmipedium</i>	7
2.1.4. Tipos de orquídeas por su habidad	8
2.2. Descripción del género <i>Phragmipedium</i> sp.....	9
2.2.1. Clasificación taxonómica.....	9
2.2.2. Especies registradas	10
2.2.3. Especie en estudio <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	11
2.3. Cultivo de orquídeas	14
2.3.1. Luz	14
2.3.2. Temperatura.....	15
2.3.3. Humedad.....	16

2.3.4.	Ventilación.....	16
2.3.5.	Riego.....	17
2.3.6.	Abonado o fertilización	17
2.3.7.	Trasplante	18
2.3.8.	Poda.....	19
2.3.9.	Reposo.....	19
2.3.10.	Plagas	20
2.3.11.	Enfermedades	20
2.3.12.	Trastornos	21
2.4.	Multiplicación	21
2.4.1.	División.....	21
2.4.2.	Semillas.....	21
2.5.	Sustrato para el cultivo de orquídeas.....	22
2.6.	Tipos de sustratos.....	23
2.6.1.	Aserrín.....	23
2.6.2.	Suelo agrícola	25
2.6.3.	Helechos arbóreos	25
2.6.4.	Lutita	25

2.6.5.	Corteza de árbol.....	25
2.6.6.	Fibra de coco.....	26
2.7.	Nutrientes esenciales.....	30
2.7.1.	Nitrógeno.....	30
2.7.2.	Fósforo.....	31
2.7.3.	Potasio.....	31
2.8.	Depredación de orquídeas.....	32
2.9.	Bosques de neblina.....	33
2.10.	Antecedentes sobre usos de diferentes sustratos.....	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1.	Ubicación del experimento.....	38
3.1.1.	Lugar de ejecución.....	38
3.1.2.	Ubicación política.....	38
3.1.3.	Ubicación geográfica.....	38
3.1.4.	Clima.....	39
3.1.5.	Ecología.....	40
3.1.6.	Flora.....	40
3.1.7.	Fauna.....	42

3.2.	Materiales	43
3.2.1.	Material.....	43
3.2.2.	Material genético	44
3.2.3.	Sustratos	44
3.2.4.	Herramientas y equipos.....	45
3.3.	Metodología	45
3.3.1.	Fase de pre campo	45
3.3.2.	Fase de campo.....	45
3.4.	Sistematización de datos	50
3.5.	Diseño estadístico al final	50
3.6.	Análisis estadístico.....	51
3.6.1.	Diseño experimental.....	51
3.6.2.	Análisis de varianza	52
IV.	RESULTADOS	54
4.1.	Caracterización de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	54
4.1.1.	Altura de planta de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	54

4.1.2.	Número de hojas de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	57
4.1.3.	Número de hijuelos de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	58
4.1.4.	Cobertura de planta de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	59
4.2.	Calidad de plantas y mortalidad en <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	61
V.	DISCUSIÓN.....	63
5.1.	Caracterización de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	63
5.1.1.	Altura de planta de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	63
5.1.2.	Número de hojas de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	66
5.1.3.	Número de hijuelos de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	67
5.1.4.	Cobertura de planta de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	68
5.2.	Calidad de plantas y mortalidad en <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe	69

VI. CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	74
VIII. ABSTRACT	75
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
X. ANEXO	84

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Extracciones (kg de nutriente/ha/año) de las diferentes partes del cocotero, para una producción de 5 toneladas de copra. Híbrido PB121 de 12 años.	27
2. Tratamientos en estudio utilizadas para el establecimiento de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe.....	51
3. Esquema del análisis de varianza.	52
4. Comportamiento de altura total (cm.) en plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo efectos de diferentes sustratos.	54
5. Análisis de variancia de altura de la planta en cada evaluación (α : 0.05).	55
6. Prueba Duncan respecto a la altura de planta (cm) en la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo efectos de diferentes sustratos.	56
7. Análisis de varianza sobre la cantidad de hojas en plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RvCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.	57

8.	Prueba Duncan respecto a los promedios del número de hojas en las plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.	58
9.	Cantidad de hijuelos en las plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.....	59
10.	Análisis de varianza respecto a la cobertura de planta en la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.	60
11.	Prueba Duncan respecto a promedios de la cobertura de planta en la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.....	60
12.	Calidad de plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.....	61
13.	Datos meteorológicos en los meses del año 2012 de la ciudad de Tingo María.	89
14.	Datos de las evaluaciones de altura total de la plantas de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe.....	90
15.	Datos de las evaluaciones de número de hojas de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe.....	91
16.	Datos de las evaluaciones de cobertura de planta de <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. <i>Phragmipedium boissierianum</i> (VÁSQUEZ, 1970).....	13
2. Comportamiento de la precipitación durante los meses del año 2011 en la ciudad de Tingo María (estación meteorológica José Abelardo Quiñones- UNAS).....	40
3. Forma de maceta y plántula de orquídea.	47
4. Croquis de distribución de los tratamientos aplicados.....	52
5. Comportamiento de la altura total en plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe en diferentes sustratos.....	56
6. Calidad de plantas de la orquídea <i>Phragmipedium boissierianum</i> (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.....	62
7. Fibra de coco para elaborar sustrato.....	85
8. Fibra de helecho para elaborar sustrato.....	85
9. Tierra agrícola utilizado como parte de sustrato.....	86
10. Macetas con sustrato para establecimiento de orquídeas.....	86
11. Colecta de plantas de orquídeas para la investigación.	87

12. Plantas de orquídeas en sus respectivos macetas con sustratos diferentes.....	87
13. Macetas colocadas con sus respectivas plantas y sustratos.....	88

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes sustratos para el establecimiento de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe proveniente del bosque de neblina La Divisoria, se estableció un vivero en el periodo diciembre 2010 a diciembre 2011, ubicado en el Jardín Botánico perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. El material vegetativo de la orquídea fue colectado del bosque de neblina La Divisoria y fueron llevados al Jardín botánico para ser sembrados en sustratos compuestos con 30% de suelo agrícola más 40% fibra de helecho más 30% de corteza de árbol (S_1), 20% de suelo agrícola más 50% fibra de helecho más 30% de roca lutita (S_2), 40% fibra de helecho más 20% de roca lutita más 40% de fibra de coco (S_3), 40% de corteza de árbol más 20% fibra de coco más 40% de aserrín descompuesto (S_4), distribuidos bajo un Diseño Completo al Azar (DCA) y los datos fueron sometidos al análisis de varianza y la prueba de comparación de Duncan a un nivel de confianza del 95%. Se ha encontrado que el S_3 alcanzó mayor incremento en las variables altura total, número de hojas, dimensiones de cobertura, porcentaje de mortalidad y calidad de planta de la orquídea, mientras que el mayor porcentaje de macetas con un hijuelo alcanzaron las plantas que se establecieron en el sustrato S_1 .

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú las orquídeas se encuentran conformando grandes bancos de germoplasma que en la naturaleza se han ido adaptando a través del tiempo, y que en la actualidad están sufriendo una depredación continua por el hombre. Según estudios realizados en Tingo María y su área de influencia se identificaron 67 especies incluidas en 35 géneros de orquídeas realizados desde 1990 hasta 1992.

Las orquídeas han sido consideradas como flores religiosas por su incomparable belleza; debido a ello y a su elevado costo, son motivo de cultivo por productores particulares e industriales como flor cortada y como planta ornamental. Esta familia tiene mucho que ofrecer en guiar a la humanidad a entender como afectamos los diferentes tipos de selvas tropicales. Debido a su compleja biología, las orquídeas son excelentes indicadores de la biodiversidad general en un área. En lo que refiere al comercio, Estados Unidos de América es el más grande consumidor, importando anualmente millones de orquídeas.

Algunas orquídeas en bosques de neblinas están en peligro de extinción por la depredación de árboles. Para propagar especies de estas áreas se presenta limitada información acerca de los sustratos como medio del cultivo, y la selva presenta diversos componentes que se pudiera utilizar como sustrato para la orquídea, generando interrogantes como ¿Tendrá diferentes

comportamiento la planta de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe propagados con diferentes sustratos?

El drenaje en las macetas con orquídeas debe ser perfecto, y para conseguirlo es necesario un sustrato muy aireado, suelto y con un agujero de drenaje en el fondo libre.

Se ha afirmado la hipótesis de que la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe ha presentado diferentes características del porte de la planta en los diferentes sustratos utilizados. En tal sentido, la investigación ha generado referencias sobre el uso de sustratos en la producción de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe en condiciones tropicales, motivo por el cual se tuvo como objetivos caracterizar el porte y evaluar la mortalidad de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe al utilizar diferentes sustratos como medio de propagación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de las orquídeas

Las orquídeas son una familia de plantas monocotiledóneas que se distinguen por la complejidad de sus flores y por sus interacciones ecológicas con los agentes polinizadores y con los hongos, con los que forman asociaciones con micorrizas. Pueden ser reconocidas por sus flores de simetría fuertemente bilateral, en las que la pieza media del verticilo interno de pétalos llamada labelo, está profundamente modificada, y el o los estambres están fusionados al estilo, al menos en la base (ROMERO *et al.*, 2003).

Las orquídeas constituyen un grupo extremadamente diverso de plantas, que pueden tener desde unos pocos milímetros de longitud (ciertas especies de los géneros *Bulbophyllum* y *Platystele*) hasta constituir gigantescas agregaciones de varios cientos de kilogramos de peso (algunas especies de *Grammatophyllum*) o presentar longitudes de hasta 13.4 m, como es el caso de *Sobralia altissima*, una orquídea recién descrita en 1999 en el Perú. Del mismo modo, las flores de las orquídeas varían en tamaño desde menos de 1 mm y difícilmente visibles a simple vista (*Platystele*) pasando por las grandes flores de 15 a 20 cm de diámetro en muchas especies de los géneros *Paphiopedilum*, *Phragmipedium* y *Cattleya* hasta los 76 cm de las flores de *Phragmipedium caudatum*. La fragancia de sus flores no es menos variable, desde el delicado

aroma de *Cattleya* hasta el repulsivo hedor de las flores de ciertas especies de *Bulbophyllum* (ROMERO *et al.*, 2003).

Hay un estimado de 30 000 - 35 000 especies de orquídeas a nivel mundial, siendo Latinoamérica el hogar de más de 20 000 especies, y el Perú tiene aproximadamente el 10% (2 450) de este número, basado solamente en un mínimo de actividad botánica en los últimos 30 años (ARÉVALO, 2007).

2.1.1. Origen y distribución

Las orquídeas se originaron hace más de 60 millones de años. Su centro de origen fueron las zonas templadas de Asia y América del Norte, unidas ahora por el océano, estos sitios en que antes había bosques subtropicales o templados-calientes y, cuando el océano se puso frío la mayoría de las orquídeas, adaptadas al clima caliente, se desplazaron hacia el sur.

Las orquídeas crecen en casi todos los climas y regiones, desde el ártico hasta los trópicos. Tal vez el único lugar de la tierra en donde no las encontramos sea bajo el mar, aunque orquídeas hay que nadan sobre agua dulce. Es en las regiones templadas y tropicales, donde son más abundantes, no sólo en número, sino también en diversidad de formas y colores.

Aunque muchas orquídeas, sobre todo en las zonas frías, viven sobre la tierra, en las regiones tropicales y sub-tropicales crecen sobre árboles y piedras, y son por eso llamadas epífitas. Una creencia común, pero errónea,

es que las orquídeas son plantas parásitas, que se alimentan de los árboles sobre los que habitan. No es así; sólo toman de éstos, espacio vital y soporte. La mayoría de las orquídeas viven en zonas donde se dan periodos alternos de lluvia y sequía. Estas plantas necesitan de un periodo seco, o de descanso, si se quiere que florezcan apropiadamente (BENNETT y CHRISTENSON, 2003).

2.1.2. Descripción botánica

Las orquídeas se distinguen de otras familias de plantas por una combinación de características florales en lugar de hacerlo por una única característica común al grupo.

La mayoría de géneros son hermafroditas (aunque se dan excepciones como en los géneros *Catasetum* y *Cycnoches*), zigomorfas (con un sólo plano de simetría), trímeras (con tres sépalos y tres pétalos) y una estructura central que sustenta los órganos reproductivos masculinos (anteras) y femeninos (pistilo) llamada ginostemo.

Las flores realizan un proceso de resupinación. De los tres sépalos de la flor (verticilos florales externos) y los tres pétalos (verticilos florales internos), todos los sépalos y los dos pétalos laterales son usualmente similares entre sí en forma y color. El pétalo restante es llamado el labio o labelo, siendo usualmente más grande y distinto en forma y color siendo frecuentemente lobulado o en forma de copa. El ovario contiene numerosos óvulos que madurarán en semillas muy pequeñas con un sólo embrión indiferenciado.

El fruto que produce estas semillas es llamado cápsula. La semilla se producen en cápsulas pudiendo cada cápsula producir hasta dos millones de semillas. Estas no cuentan con ningún mecanismo de almacenamiento de alimento por lo cual la mayoría morirá (CHRISTENSON, 2003).

La mayoría de las orquídeas poseen hojas alternas (dícticas), raramente aparecen con hojas opuestas o verticiladas. En algunas especies como las subterráneas, éstas se encuentran reducidas a escamas. Muchas de las hojas de las epífitas, como las del género *Phalaenopsis*, son gruesas y carnosas, ya que poseen una función de reserva de agua. Las hojas poseen nervios foliares paralelos, característica común a la mayoría de las plantas monocotiledóneas (CHRISTENSON, 2003).

Las raíces de las orquídeas, son fasciculadas y carecen de pelos radicales, las cuales están totalmente cubiertas por un tejido esponjoso, blanco cremoso, llamado velamen, tal como lo manifiesta GUERRA (1995).

El indicador de que la raíz de una orquídea esté en buen estado es la coloración blanco, o verde y una buena aireación, y las de mal estado son las que poseen raíces viejas, secas con una coloración marrón oscura que indica podredumbre (ARÉVALO, 2007). La función del velamen, aparte de la protección de las partes internas de la raíz es la absorción y acumulación del agua (FONTQUER, 1974). Existen dos tipos básicos de crecimiento dentro de la familia: el tipo simpodial, que origina tallos múltiples, y el tipo monopodial, que origina un solo tallo (CHRISTENSON, 2003).

El tipo simpodial de crecimiento es el más común dentro de la familia. La mayoría de estas orquídeas presentan pseudobulbos que funcionan como reservorios de agua y nutrientes. La planta sostiene los pseudobulbos casi verticalmente y el crecimiento y desarrollo posterior de nuevos tallos se produce horizontalmente, entre los pseudobulbos preexistentes. Cada nuevo pseudobulbo se origina en la base de los anteriores y, con su crecimiento, origina nuevas hojas y raíces. Las hojas originadas en cada pseudobulbo pueden durar muchos años, proveyendo nutrientes para toda la planta, hasta que se tornan marrones y mueren. Aún sin hojas, cada pseudobulbo continúa sosteniendo el crecimiento y suministrando la energía necesaria para el crecimiento del resto de la planta y la floración. Algunos géneros son *Cattleya*, *Dendrobium* y *Oncidium* (CHRISTENSON, 2003).

Las orquídeas con crecimiento monopodial, a diferencia de las anteriores, presentan un solo tallo principal que crece erecto e indefinidamente desde el centro de la planta. Normalmente, el tallo va creciendo hacia arriba y se originan raíces en los nudos, las cuales crecen hacia abajo. La planta, conforme va creciendo, pierde las hojas inferiores a medida que se forman nuevas hojas en el extremo superior. Algunas especies de orquídeas con este tipo de crecimiento son aquellas pertenecientes a los géneros *Ascocentrum*, *Phalaenopsis* y *Vanda* (CHRISTENSON, 2003).

2.1.3. Fenología de *Phragmipedium*

MILLÁN *et al.* (2007) menciona que la época de floración podría situarse entre abril y mayo. Las plantas adultas presentan rizomas de 30 a 40

cm de longitud, saliendo los brotes muy cercanos a la planta madre. Los individuos tienen en promedio 2 a 3 brotes entre rizomas, de acuerdo a las parcelas evaluadas. Las raíces presentan pubescencia y alcanzan una longitud de 50 cm.

2.1.4. Tipos de orquídeas por su habitad

2.1.4.1. Orquídeas epífitas

Las orquídeas epífitas constituyen más del 90% del total de especies. Cuelgan de árboles o de arbustos. Son las más vistosas y las que encontramos a la venta normalmente. Proceden de las regiones tropicales. No son parásitas. Sus necesidades son escasas y obtienen el agua de la humedad del aire con raíces aéreas.

2.1.4.2. Orquídeas semiterrestres

Las orquídeas semiterrestres crecen sobre un colchón de hojas en descomposición en el suelo o sobre piedras recubiertas de musgo. Se incluyen los géneros *Paphiopedilum*, *Phragmipedium*, *Selenipedium* y *Cypripedium*.

2.1.4.3. Orquídeas terrestres

Las orquídeas terrestres tienen sus raíces en tierra, entre las diversas especies con estas cualidades se encuentran la *Phaius tankervilleae*, *Bletilla striata*, *Calanthe vestita*, *Chloraea*, *Cranichis*, *Cyclopogon*, *Phragmipedium* entre otras.

2.1.4.4. Orquídeas subterráneas

Orquídeas subterráneas viven bajo el suelo y sólo ven el sol cuando florecen. Se incluye la especie *Rhizanthella gardneri* de Australia.

2.1.4.5. Orquídeas rupícolas

Orquídeas que crecen en piedras y rocas.

2.2. Descripción del género *Phragmipedium* sp.

El nombre *Phragmipedium* (Phrag.), phragma = valla o división y pedilon = zapatilla, se refiere a las paredes de separación en el ovario y la forma del labelo.

2.2.1. Clasificación taxonómica

Según TAKHTAJAN (1987), se clasifican en:

Reino	:	Plantae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotiledóneae
Orden	:	Orchidales
Familia	:	Orchidaceae
Género	:	<i>Phragmipedium</i>
Especie	:	<i>P. boissierianum</i>

Phragmipedium es un género de más de veinte especies monopodiales terrestres, epífitas o litófitas. Se distribuye por la América tropical desde México y hacia el Sur por Bolivia y Brasil. Se encuentran muy amenazadas por la destrucción de su hábitat.

Las especies del género *Phragmipedium* muestran un único estaminodio largo parecido a una placa, pétalos parecidos a bigotes y un ovario trilocular. El labelo con forma de saco está curvado hacia dentro en los márgenes. Las hojas son puntiagudas con una longitud de unos 80 cm. No presentan pseudobulbos y el tallo llega a los 80 cm de altura, presentando la inflorescencia de 2 a 3 flores.

2.2.2. Especies registradas

El género *Phragmipedium* consta de alrededor de 26 especies distribuidas desde México hasta Bolivia y Brasil (PRIDGEON, 1992), siendo el Ecuador, con 9 especies conocidas, el país con mayor número de especies (DODSON, 1986). En Perú se han registrado, 8 especies (BRAKO & ZARUCCHI, 1993).

Las especies identificadas hasta el momento son: *Phragmipedium besseae* (Ecuador a N. Perú), *Phragmipedium besseae* (S. Ecuador a N. Perú), *Phragmipedium boissierianum* (S. Ecuador a Perú), *Phragmipedium caricinum* (Bolivia), *Phragmipedium caudatum* (Bolivia a Perú), *Phragmipedium chapadense* (Brasil), *Phragmipedium christiansenianum* (Colombia), *Phragmipedium exstaminodium* (México - Chiapas a Guatemala),

Phragmipedium fischeri (Ecuador), *Phragmipedium hirtzii* (N. Ecuador), *Phragmipedium humboldtii* (Costa Rica a Panamá), *Phragmipedium klotzschianum* (SE. Venezuela a Guyana y N. Brasil), *Phragmipedium lindenii* (Venezuela a Ecuador).

Phragmipedium lindleyanum (N. Suramérica a Brasil - Pernambuco), *Phragmipedium longifolium* (Costa Rica a Ecuador), *Phragmipedium pearcei* (Ecuador a N. Perú), *Phragmipedium peruvianum* (Perú - San Martín), *Phragmipedium reticulatum* (Ecuador a Perú), *Phragmipedium richteri* (Perú), *Phragmipedium roethianum* (Ecuador), *Phragmipedium schlimii* (Colombia), *Phragmipedium tetzlaaffianum* (Venezuela), *Phragmipedium vittatum* (WC. & SE. Brasil) y *Phragmipedium wallisii* (Colombia a Ecuador).

Todos los miembros del género *Phragmipedium* están incluidos en el Apéndice I del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Salvajes en Peligro de Extinción (CITES).

2.2.3. Especie en estudio *Phragmipedium boissierianum* (RCHB.

f.) Rolfe

La morfología está basada en la descripción de VÁSQUEZ (1970), las cuales son:

Planta terrestre. Hojas con dimensiones entre 8 - 10 cm, dísticas, loriformes, coriáceas, largamente atenuadas, las más grandes hasta de 72 cm

de largo, 3 - 4 cm de ancho, dorsalmente carinadas, verde brillantes con los márgenes amarillentos, la base y el ápice conduplicados, el ápice asimétrico.

Inflorescencia racemosa a cortamente paniculada, suberecta, 60 - 75 cm de largo, 7 - 10 mm de diámetro; pedúnculo pulverulento, verdoso con tinte morado, parcialmente cubierto por brácteas; brácteas en número de 4, convolutas, dorsalmente carinadas, decrecientes hacia el ápice, 10 - 18 cm de largo, 2 - 3 cm de ancho, de igual coloración que las hojas; brácteas florales convolutas, 9 x 3 cm, verdosas, glabras.

Ovario pedicelado, 6.5 cm de largo, 5 mm de diámetro, 3 - surcado.

Flores vistosas, en sucesión, algunas veces hasta dos si el escapo es paniculado. Sépalo dorsal oblongo, 40 - 55 mm de largo, 15 - 20 mm de ancho, blanco verdoso, difuminadas de color vinoso claro, brillantes en el haz, opacas en el envés; nervaduras 8 - 10; márgenes blancos, revoluto-canaliculados en la parte media.

Sinsépalo obovado, cóncavo, blanco verdoso, 4 - 4.5 cm de largo, 2.5 - 3.5 cm de ancho, con numerosas nervaduras verdes.

Pétalos en número de 6 - 7.5 cm de largo, 7 - 8 mm de ancho cerca de la base, lineares, falcados, retorcidos de la parte media hacia abajo, verde claros en la base, morados hacia el ápice, glabros en la base, finamente pubescentes hacia el ápice; nervadura central verdosa al principio, vinosa hacia el ápice; pelos hirsutos en el margen basal, los márgenes ondulados, morados.

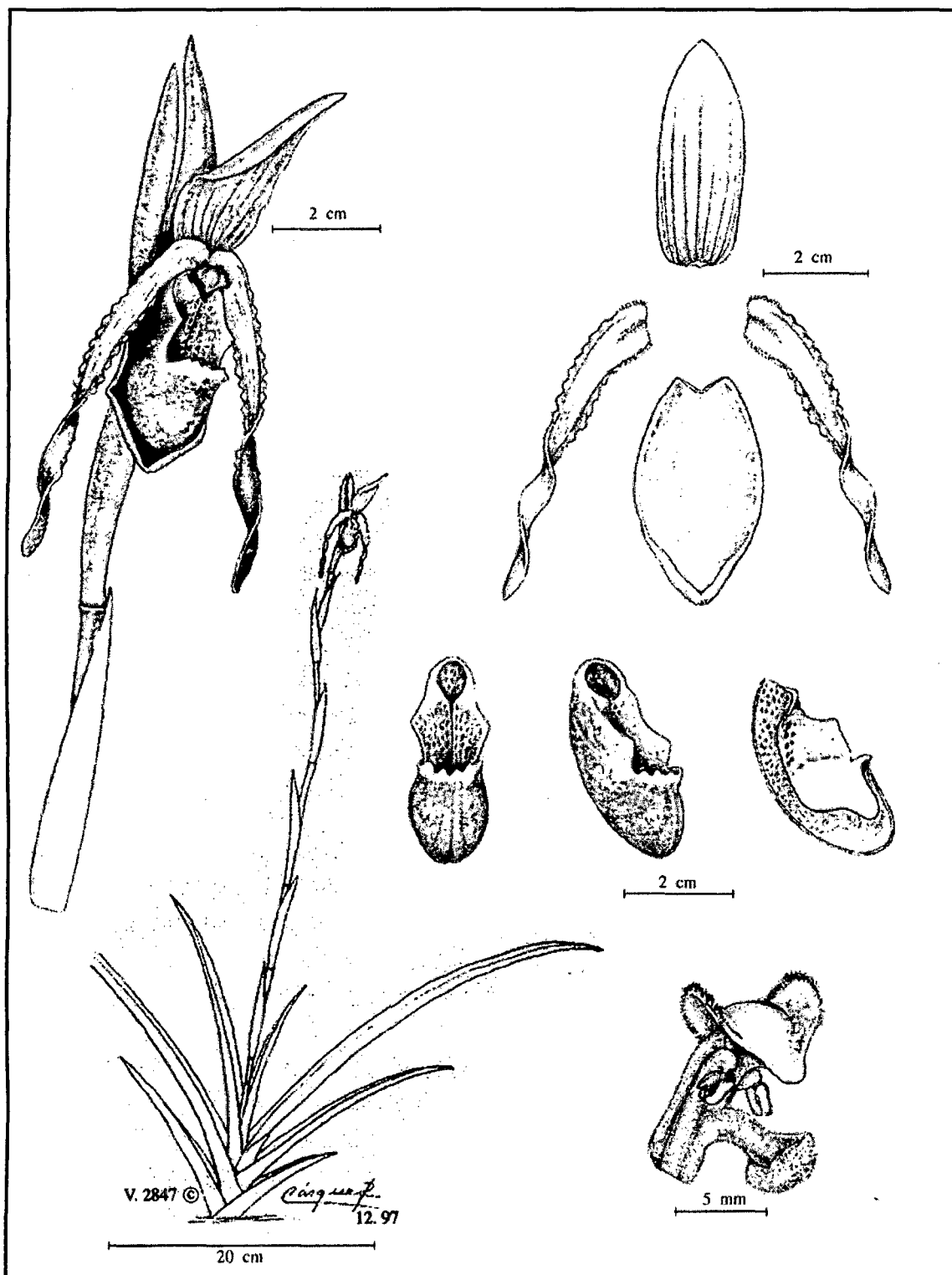


Figura 1. *Phragmipedium boissierianum* (VÁSQUEZ, 1970).

Labelo calciforme, inflado, oblongo-ovoide, verdoso con tinte marrón, 3.5 - 4 cm de largo, 1.5 cm de ancho, 2 cm de alto; lóbulos laterales

inflexos, con dos procesos alados en el margen, blancos, brillantes con manchas marrón-rojizas en el interior; lóbulo medio sacado, glabro, la base con manchas vinosas, pubescente, el margen frontal crenado-denticulado.

Columna de 10 mm de largo, compuesto de un estaminoide central, triangular-alado, verde con pelos cortos, negros en el margen posterior. Anteras en número de 2, blancas, laterales, 4 - loculadas. Estigma al principio subcilíndrica luego campanada y en forma de medio disco, carnosas, blanca y pubescente.

2.3. Cultivo de orquídeas

2.3.1. Luz

En su hábitat original, las orquídeas prefieren una luz brillante pero filtrada. Necesitan buena luz para desarrollar las flores, pero jamás deben ser expuestas directamente a la luz del sol.

En invernaderos para orquídeas se suele regular la luz con mallas de sombra de distintos calibres. En los hogares, sitúa las orquídeas en un sitio muy luminoso. Una de las causas más comunes de fallos de floración es la falta de luz. Un buen sitio es cerca de una ventana orientada correctamente, con visillos o cortinas claras puede proteger de los rayos solares. En invierno, es recomendable disponer de una buena luz ya que es más importante para las plantas que están a punto de florecer. A menos que pueda proporcionarles unas 10 h de luz por día, aunque es preferiblemente 12 horas (BRIT, 2005).

2.3.2. Temperatura

Las orquídeas son plantas originarias de climas muy diversos: cálidos, templados y fríos, aunque la mayoría proceden de regiones tropicales y subtropicales. También hay especies que soportan las bajas temperaturas, incluso las heladas.

Muchas necesitan para florecer que se produzcan diferencias de temperatura entre el día y la noche de unos 10 °C. Dentro de la casa se puede conseguir la alternancia de temperaturas abriendo las ventanas por la noche para refrescar.

Las temperaturas que se encuentran normalmente al interior de una casa son adecuadas para cultivar bien los tipos más comunes de orquídeas (*Cattleya*, *Phalaenopsis*, *Phaphiopedilum*, *Oncidium*, *Miltonia*, etc.). Temperaturas diurnas de 18.3 °C y 26.7 °C y temperaturas nocturnas entre 12.8 °C y 23.9 °C son las más adecuadas.

Algunas orquídeas, como las *Phalaenopsis*, requieren la existencia de períodos con diferencias marcadas de temperatura entre el día y la noche para iniciar su floración. De esta forma, si la temperatura de la casa es constante y nunca fluctúa entre el día y la noche, habrá problemas para estimular la floración en algunos tipos de orquídeas epifitas. Sin embargo, muchas orquídeas son suficientemente resistentes para vivir fuera de los rangos ideales de temperatura, aunque su crecimiento y floración pueden verse afectados (CISNEROS, 2005).

2.3.3. Humedad

En general, las orquídeas necesitan una humedad ambiental alta. El aire seco de las viviendas, acentuado por la calefacción, es muy peligroso.

Para aumentar la humedad a su alrededor se recomienda:

- Colocar recipientes con agua cerca de las plantas.
- Situar las plantas juntas para que se cree un microclima húmedo.
- Pulverizar con agua blanda, por ejemplo, de lluvia o descalcificada, pero no a las flores porque durarían menos (BRIT, 2005).

2.3.4. Ventilación

A las orquídeas no les gustan los ambientes cargados, necesitan estar en sitios ventilados porque:

- La planta se puede refrescar al bajar su temperatura.
- Se renueva el oxígeno y el dióxido de carbono del lugar.
- Se previene el ataque de hongos y bacterias al disminuir la humedad.

Por tanto, es conveniente airear diariamente el emplazamiento, eso sí, evitando las corrientes de aire frío que provocan la caída de los capullos. Otra opción es sacarlas fuera los días de más sol en otoño e invierno y de paso aprovechar para que se rieguen con las lluvias. Si se cultivan en invernaderos

no es problema, porque siempre el ambiente esta ventilado debido a las mallas que se utilizan como cerco (DUMOIS, 2006).

2.3.5. Riego

En general, las orquídeas requieren de un suelo húmedo aunque uno de los enemigos de las raíces exteriores son los hongos que prosperan con una humedad excesiva. Lo mejor es rociar la superficie para alternar superficie seca con húmeda y realizar un riego de las macetas o las bandejas cada dos días en verano y cada 6 en invierno. Algunos jardineros utilizan ciertos helechos o musgos para favorecer la retención de humedad.

La frecuencia de riego depende, además de la especie, de muchos otros factores como el tipo de sustrato, la temperatura, la luz, la ventilación, etc. Por ejemplo, a más luz y temperatura, más riego; las macetas de barro pierden agua por sus paredes pero las macetas de plástico, no. La experiencia en el riego es clave (DUMOIS, 2006). La mejor agua para regar es la de lluvia, pues no tiene minerales ni cloro, el agua potable o de la red pública, produce acumulación de minerales en el sustrato y queman las raíces y la planta no se desarrolla bien y en muchos casos muere (ARÉVALO, 2007).

2.3.6. Abonado o fertilización

Durante la estación de crecimiento, es una buena idea proporcionar a la planta una alimentación suplementaria; pero tenga cuidado de no abonarlas en exceso, ya que ello resultaría muy perjudicial. Los abonos foliares

son ideales para las plantas aéreas. Un plan de abonado práctico y general consistiría en aportar una vez al mes entre febrero y julio (en el hemisferio sur, entre agosto y enero). El resto del año nada o, si deseas afinar más, en otoño aporta cada 15 días un fertilizante que estimule la floración, como regla general, abónelas con fertilizante líquido una vez cada dos semanas aproximadamente. El abonado de las orquídeas requiere una cantidad equivalente de los elementos fundamentales: nitrógeno fósforo y potasio; la cantidad de nitrógeno se dobla en la época de crecimiento vegetativo que suele coincidir con el fin del invierno o del otoño (BRIT, 2005).

2.3.7. Trasplante

El drenaje en las macetas con orquídeas debe ser perfecto. Para conseguirlo es necesario un sustrato muy aireado, suelto y con un agujero de drenaje en el fondo. Sabemos que la mayoría viven adheridas a la corteza de los árboles (epífitas) con las raíces al aire y adaptadas a secarse rápidamente.

En general, el sustrato a los 2 ó 3 años pierde sus cualidades, se compacta reteniendo demasiada agua y acumulando sales de los fertilizantes. Si el riego y la fertilización han sido altos, se deteriora en sólo 1 año. Por tanto, hay que renovarlo haciendo un trasplante cada 1 ó 2 años. Los materiales que se utilizan para sustratos son diversos. Una mezcla general y buena es la formada por cortezas trituradas más musgo en una proporción del 70% y 30%.

Las macetas para orquídeas epífitas suelen ser de plástico transparente para facilitar que la luz llegue a todas las raíces, como ocurre

cuando está adherida en un árbol de la selva. El mejor momento para trasplantar es a finales de invierno o como máximo a principios de primavera, que es cuando las orquídeas comienzan su período de mayor actividad.

Aprovechar el trasplante para dividir la planta y obtener varios ejemplares. Retirar el sustrato usado, divide con las manos y planta cada división en maceta de tamaño apropiado y sustrato fresco (CISNEROS, 2005).

2.3.8. Poda

Eliminar cualquier punta negra que pueda aparecer; es un signo de envejecimiento de la planta. Sin embargo, conviene tener en cuenta que las hojas muertas deben ser eliminadas con rapidez, ya que pueden causar daño.

Retirar siempre las flores muertas y al finalizar la época de floración, corte por la base el tallo de las flores. Si no la cortas, se fuerza la planta a que produzca otra de nuevo, lo que se traducirá en unas flores más pequeñas y el agotamiento de la planta (BRIT, 2005).

2.3.9. Reposo

Algunas orquídeas crecen durante todo el año, aunque se muestran menos activas en otoño e invierno. Otras tienen una fase de reposo en la que incluso pueden perder algunas hojas.

Este período, que sigue a la floración, dura pocas semanas, y durante el mismo las plantas no deben ser abonadas. Durante este periodo es

recomendable suministrarle sólo el agua suficiente para que el sustrato y los pseudobulbos no se sequen (BRIT, 2005).

2.3.10. Plagas

Plagas comunes son pulgones, araña roja, cochinillas, trips, etc. Mojar bien con los insecticidas para llegar a todos los rincones de la planta. Seguramente será necesario repetir el tratamiento a los 15 días.

2.3.11. Enfermedades

Los hongos atacan manifestando puntos o manchas oscuras en hojas, flores, raíces y cuello de la planta. Infectan cuando hay un exceso de riego o un mal drenaje. Para prevenir hongos se pueden pulverizar las orquídeas con fungicida en otoño y primavera.

Las bacterias son patógenas que producen lesiones acuosas o manchas redondeados en pseudobulbos u hojas. Necesitan mucha humedad para infectar, son muy peligrosas debido a que desarrollan rápido y contagian a las demás. Aislar de inmediato la planta afectada de las demás, corta el tejido infectado y no regar durante varios días. No hay cura con productos químicos.

Los virus más comunes son el “virus del mosaico del *Cymbidium*” y el “virus del mosaico del tabaco” que producen clorosis, malformaciones en flores y hojas. Los pulgones son sus principales propagadores de una planta a otra. Las plantas con virus no tienen cura por lo que se deben destruir.

2.3.12. Trastornos

Aparte de plagas y enfermedades, la tercera causa de problemas en las plantas son los llamados trastornos o fisiopatías. Estos son los más típicos: luz insuficiente, quemaduras por el sol, sequedad ambiental, temperaturas bajas, exceso de riego, mal drenaje o sustrato compactado por estar viejo y exceso de fertilizantes (BRIT, 2005).

2.4. Multiplicación

2.4.1. División

Se puede aprovechar el trasplante para dividir la planta y obtener varios ejemplares. Se desmorona el cepellón de tierra, se divide con las manos y se planta cada división en una maceta distinta de tamaño apropiado y con sustrato fresco.

2.4.2. Semillas

Por semillas es como se hace comercialmente y tiene su complejidad. Deben cultivarse en laboratorio y con unas técnicas complejas.

La orquídea produce un gran número de semillas, miles por cada fruto, incluso hasta 2 millones de semillas, son como partículas de polvo. Sin embargo, sólo algunas germinan debido a que casi no tienen sustancias de reserva y requieren ser colonizadas por un hongo que vive en el suelo que le proporciona nutrientes necesarios para germinar y desarrollarse al inicio.

El desarrollo es lento, dependiendo del tipo de orquídea, puede tardar en florecer hasta 7 años. Los más producidos comercialmente son los híbridos de orquídeas. En invernaderos es posible generar híbridos cruzando especies de un mismo género o especies de distintos géneros pero la misma subtribu (BRIT, 2005).

2.5. Sustrato para el cultivo de orquídeas

ARÉVALO (2007) manifiesta que un sustrato es el medio en el cual va a crecer la planta y debe ser adecuado para cada género; cada uno de ellos requiere un medio distinto, pero todas necesitan que sea un medio bien aireado, que dé a las raíces libertad de crecimiento y ventilación. Pueden ser, naturales, de tipo mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición y crecimiento de la planta (CANOVAS y DIAZ, 1993).

MANRIQUE (2007) manifiesta que el sustrato recomendado para el cultivo de *Phragmipedium boissierianum*, es la mezcla realizada entre cuarzo, turba de la sierra y carbón vegetal, este último con la finalidad de evitar la proliferación de hongos.

ARÉVALO (2007) sostiene que los sustratos o tipos de medio para el cultivo de orquídeas entre los más usados son: corteza de madera, carbón vegetal, fibra de coco, piedras de río, musgo o raíz de helecho arbóreo estos

deben ser sueltos y gruesos, se deben cambiar cuando se noten que se han descompuesto, pues empiezan a retener demasiada agua, las raíces se comienzan a pudrir y la planta no desarrolla bien o puede llegar a morir.

Las orquídeas terrestres y semiterrestres, también necesitan de una buena circulación de aire, pero aceptan un sustrato o mezcla densa que compensa con la ligera humedad que falta, la mezcla hecha de la corteza de los árboles fragmentada, la trituración del tallo de los helechos arbóreos, arena o musgo y carbón es un sustrato recomendado para estas especies . Así mismo la corteza o los helechos arbóreos mezclados con tierra vegetal son también recomendados (GUERRA, 1995).

Según un estudio de caracterización edafoclimática del hábitat de las orquídeas (GUERRA y HUAMANÍ, 1995), los géneros de *Phragmipedium* se observan en suelos con texturas franco arenosos y franco limosos.

2.6. Tipos de sustratos

2.6.1. Aserrín

Residuo resultante del proceso de aserrado de la madera, el cual se caracteriza por tener consistencia fuerte y densidad anhidra que normalmente es de 0.3891 g/cm^3 (GARZON *et al.*, 2005). También ALVAREZ (2007) lo define como la especie de polvo, más o menos grueso, que se desprende de la madera cuando la asierran. Por este motivo las propiedades químicas del aserrín se asumen como la composición química de la madera.

Se compone de un 49% de carbono (C), un 44% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y pequeñas cantidades de nitrógeno (N) y otros elementos. La tasa de descomposición del aserrín varía según la especie de madera, debido a su bajo costo se emplea como renovadora del suelo, aunque algunos de sus tipos pueden contener materiales tóxicos para la planta como es el caso generalmente de maderas rojas (ROJAS, 1987).

BINH (2005) añade que el aserrín del árbol de caucho tiene una estructura de tamaño uniforme de manera que, no sólo es conveniente para su utilización en cultivo en bolsas de plástico, sino que también la estructura facilita el enriquecimiento del sustrato.

Además los niveles de elementos nutritivos en el aserrín del árbol de caucho son poco más altos que aquellos del aserrín mezclado de árbol de hoja ancha.

La estopa de coco y el aserrín de madera son residuos agroindustriales con contenidos de lignina y celulosa adecuados para el cultivo hongos comestibles (TORRES *et al.*, 2002). Ésta es una alternativa de manejo que podría contribuir con la reducción de los índices de contaminación ambiental causada por dichos residuos.

La degradación de la lignina y celulosa se debe a la acción de enzimas como las peroxidasas, lacasas y celulasas, que actúan sobre el sustrato que posteriormente puede ser utilizado para el consumo animal (COHEN *et al.*, 2002).

2.6.2. Suelo agrícola

Es un material natural, que se obtiene de la capa superficial del suelo y es un medio para la nutrición y crecimiento de las plantas y cuyas características están determinadas por las fuerzas del clima y de los organismos vivos que interactúan sobre el material original (VILCHEZ, 1986).

2.6.3. Helechos arbóreos

Planta fascinante y de mayor belleza de los bosques tropicales. Estos pequeños árboles siempre verdes poseen unos troncos delgados y hojas plumosas conocidas como frondas. Hoy en día estos tallos se cortan para ser usados como recipientes para plantar orquídeas y bromelias o como material para mezclas de tierra. Las especies están representados por el género *Cyathea*, a veces son cultivadas como ornamentales, y los rizomas fibrosos son usadas como base para las epifitas en los invernaderos (SMITH, 2006).

2.6.4. Lutita

Es una roca detrítica y está integrada por partículas del tamaño de la arcilla y del limo. Roca sedimentaria que ocurre con frecuencia en todos los continentes compuesto generalmente de limo y arcilla (HOCHLEITNER, 1983).

2.6.5. Corteza de árbol

GREZ y GERDING (1995) mencionan que de las experiencias realizadas para estudiar la factibilidad de utilizar corteza como sustrato o como

mejorador de suelos, tanto en estado fresco como compostizada, sola o mezclada con corteza fresca o aserrín, se puede concluir que presenta buenas cualidades físicas y químicas y demuestra ser eficiente para la producción de plantas en viveros forestales y en la producción de hortalizas.

Aserrín y corteza, no obstante las cualidades antes descritas, presentan problemas de bloqueo microbiológico del nitrógeno. Por tal motivo, en forma previa a su uso es necesario aplicar dicho elemento para compensar su carencia y estabilizar o anular el bloqueo.

Actualmente la corteza es utilizada en la producción de humus, lo que revierte su categoría de desecho en un producto útil en la viverización de plántulas, así como en la construcción de jardines y en trabajos de horticultura. Su uso podría extenderse a otros cultivos, en los cuales se la puede utilizar como sustrato (GRISHKOVA *et al.*, 1989).

2.6.6. Fibra de coco

GRISHKOVA *et al.* (1989) determinó las características fisicoquímicas más relevantes en la fibra de coco, tales como: densidad aparente (0.12), espacio poroso total (80 a 82), contenido de aire (20 a 30), agua fácilmente disponible (45 a 60), pH (6.3 a 6.5).

ALVARADO *et al.* (2008) manifiesta que del peso total de la semilla de coco, el 65% lo constituye la nuez y el 35% restante corresponde a la parte fibrosa. El fruto del coco es exigente a los nutrientes del suelo; y dentro de ello,

el mesocarpio es el responsable de casi el 50% de las extracciones de K⁺ y Cl⁻ (Cuadro 1).

El valor principal de la cáscara de coco estriba precisamente en su contenido de fibra, que es una fuente valiosa de potasa y una cobertura muerta útil para la conservación de la humedad.

Cuadro 1. Extracciones (kg de nutriente/ha/año) de las diferentes partes del cocotero, para una producción de 5 toneladas de copra. Híbrido PB121 de 12 años.

Elemento	Tallo	Hojas	Nuez		Total
			Endocarpio	Cáscara**	
N	48	69	81	26	224
P	6	15	12	4	37
K ⁺	54	60	55	150	319
Ca ²⁺	11	72	2	11	96
Mg ²⁺	9	31	7	11	58
Na ⁺	5	21	1	10	37
Cl ⁻	28	64	12	94	198
S	2	10	6	3	21

** Mesocarpio + exocarpio.

Fuente: Ouvrier y Ochs (1978), citados por ALVARADO *et al.* (2008).

La fibra de coco se obtiene del mesocarpio fibroso del fruto. Estructuralmente es una de las fibras más duras y en comparación con otras es

más corta. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1 mm. La gran utilidad de ésta radica en su capacidad para estirarse. Además, su flotabilidad y resistencia a la acción de las bacterias y al agua salina, que la hacen una fibra única (Cuadro 1).

Se estima que el 10% de la producción anual de cáscaras de coco son utilizados para obtener fibra. En los últimos años, la fibra de coco ha experimentado un incremento en el precio en comparación con la turba, debido principalmente a la escasa oferta y elevada demanda de este último. Es de prever que a medida que otros países entren en el mercado del residuo de fibra de coco, el precio de éste será más competitivo (ALVARADO *et al.*, 2008).

La primera referencia bibliográfica sobre la potencialidad de la fibra de coco para ser utilizado como sustrato de cultivos se debe a Hume en 1949. Este autor constató la ventaja de la fibra de coco para la horticultura, a la que denominó "Cocopeat TM" y de la cual reportó importantes resultados sobre su utilización en el desarrollo de diferentes especies vegetales. A pesar de conocerse efectos beneficiosos, su utilización e introducción en el mercado internacional no fue hasta tres décadas después (ALVARADO *et al.*, 2008).

Ensayos preliminares realizados en Australia y en algunos países europeos, durante los años 70 y principios de los 80, demostraron, que la fibra de coco podía utilizarse con éxito como material alternativo y/o sustitutivo de la turba en los sustratos para el cultivo sin suelo. De hecho, desde la década de los 80, varias compañías holandesas utilizan en componente de los sustratos.

Se ha demostrado que su utilización como sustrato para el enraizamiento de las plantas es de gran importancia no sólo porque desde el punto de vista ecológico contribuye a la eliminación de fuentes contaminantes, sino porque permite obtener altos niveles de enraizamiento en especies recalcitrantes tales como la ruda (*Ruta graveolens*) y el romero (*Rosmarinus officinalis*).

En enraizamientos de estacas de ruda, el sustrato a base de fibra de coco (100%) alcanzó una supervivencia del 93.3% y un 66.6% en presencia de raíces, siendo estadísticamente significativo frente a los sustratos con 50% de humus más 50% de zeolita y 75% de humus más 25% de zeolita (ALVARADO *et al.*, 2008).

De manera similar en estacas de romero, el sustrato a base de fibra de coco (100%) presentó 69.9% de enraizamiento y un número de raíces emitidas de 9.46, representando significancia estadística frente a los sustratos con 50% de humus más 50% de zeolita y 75% de humus más 25% de zeolita (ALVARADO *et al.*, 2008).

En sentido general se observó un comportamiento favorable de las posturas al utilizar la fibra de coco, lo que pudiera estar relacionado, entre otros aspectos, con las diferencias en las relaciones aire: agua entre el residuo de fibra de coco puro y el resto de los sustratos. No debería descartarse un posible efecto estimulador o activador del crecimiento de las raíces, por parte de este material, ya sea de naturaleza hormonal o bien de tipo nutricional.

Lo anterior puede ser un indicador de las ventajas de esta fuente orgánica como portadora de macro y micro nutrientes para la planta, que favorece los mecanismos de transporte de iones entre el suelo y la planta y por consiguiente, la capacidad de intercambio catiónico y las propiedades de los suelos. La fibra de coco es un sustrato que solo y/o mezclado posee características físicas y químicas adecuadas para su utilización como soporte de muchas plantas (ALVARADO *et al.*, 2008).

2.7. Nutrientes esenciales

GROS (1986) indica que las plantas como todo ser vivo necesitan alimento para poder desarrollarse. Existe tres nutrientes en el suelo que son fundamentales y absorbidos con mayor cantidad; nitrógeno, fósforo y potasio, denominados nutrientes principales, primarios o macronutrientes. Estos; en conjunto con carbono, hidrogeno y oxígeno constituyen un 90 a 99% del peso seco de la planta, el resto constituye los llamados nutrientes secundarios o micronutrientes.

2.7.1. Nitrógeno

Las plantas necesitan nitrógeno que absorben desde el inicio del ciclo hasta el final del mismo, sin que se pueda detener esta nutrición en ningún momento, cuyo ritmo cuantitativo es peculiar en épocas críticas de germinación, crecimiento, floración desarrollo frutal (DEVLIN, 1975). El nitrógeno estimula el desarrollo de toda la planta especialmente las hojas, ayuda también al crecimiento y fortalecimiento de brotes (ARÉVALO, 2007).

ZVALETA (1992) manifiesta que el nitrógeno fomenta el desarrollo vegetativo, es fuente de alimento para los microorganismos y favorece así a la descomposición de la materia orgánica. La planta dispone del nitrógeno en un rango deseable de pH 6.0 a 8.0. En general muchas especies de orquídeas se desarrollan en pH que oscilan entre 4.5 a 5.5; no obstante la mayoría continúan creciendo y se desarrollan sin ningún problema fuera de lo que podría ser un pH óptimo. En general, pueden crecer en sustratos en los que el pH está comprendido entre 3.5 a 8.0, si bien los mejores resultados se obtienen cuando está entre 5.5 y 6.0.

2.7.2. Fósforo

ARÉVALO (2007) sostiene que el fósforo es un elemento que ayuda al fortalecimiento de las raíces y desarrollo de la floración de las orquídeas. El fósforo fomenta la formación de las raíces, estimula la floración y formación de semillas (ZVALETA, 1992).

DEVLIN (1975) señala que el fósforo resulta esencial para el desarrollo radicular y la división celular, además de desempeñar un papel importante en la formación de frutos.

2.7.3. Potasio

ARÉVALO (2007) manifiesta que el potasio ayuda a las plantas a ser más resistentes a las enfermedades, a los cambios bruscos de temperatura, al fortalecimiento de los tejidos y a fijar los colores en las flores.

Da resistencia ante las enfermedades, heladas y sequías. Es fácilmente adsorbido por los coloides del suelo (ZAVALETA, 1992).

El potasio desempeña una función fundamental en el metabolismo de las plantas y pese a que no tiene una función específica, se le encuentra en todos los tejidos de las plantas, sin que ocupe nunca una parte definida de la materia celular (DEVLIN, 1975).

2.8. Depredación de orquídeas

Las orquídeas por su alto valor ornamental, sufren la depredación del hombre, que ha extraído plantas de la naturaleza con fines comerciales y lo ha llevado a depredar y luego incendiar hábitats completos solo para contar en sus colecciones con las últimas sobrevivientes de una especie "extinguida" y luego venderlas a precios exorbitantes.

BRACK (2000) manifiesta que el deterioro de la biodiversidad en el Perú es paulatina y de preocupantes proporciones, especialmente en lo referente al deterioro de los bosques, la degradación de ecosistemas, y la pesca y caza excesivas. La transformación de las costumbres alimenticias y de las prácticas culturales tradicionales ha impactado e impactan fuertemente en la pérdida de conocimientos, de especies y variedades nativas, y sus usos tradicionales.

A pesar que el país posee una altísima diversidad de plantas domesticadas con alta diversidad genética y miles de especies de plantas

silvestres de usos conocidos, este acervo genético se va reduciendo considerablemente. En este sentido, es perfectamente factible que el rubro del biocomercio en base a la diversidad biológica pueda apoyar las exportaciones y la captación de divisas, con inversiones orientadas hacia el ecoturismo, la acuicultura, la agroindustria, el manejo de bosques, la zootecnia y la reforestación.

2.9. Bosques de neblina

Los bosques de neblina se encuentran entre 1300 - 1400 hasta los 2500 - 3500 metros altitud, con principal ocurrencia entre 1200 y 2500 m.s.n.m. El término reconoce la fuerte influencia de nubes o neblinas sobre un bosque, sus propiedades y características ecológicas.

Los bosques de neblina se ubican en zonas donde el aire es ascendente y saturado de vapor de agua, provenientes de regiones bajas, húmedas y cálidas se condensan regularmente y al menos durante la tarde produce nubosidad o niebla envolvente. Estos bosques de neblina apoyan ecosistemas únicos, donde se encuentran un número grande de las especies endémicas y amenazadas del mundo. Los ríos en los bosques de neblina son torrentosos y se precipitan por pendientes muy altas produciéndose numerosas cataratas, generalmente en cañones profundos; los árboles son más bajos y retorcidos, con muchas epífitas (musgos, líquenes, helechos, orquídeas, bromelias, etc.), helechos arborescentes de hasta 15 metros de altura y gramíneas (MINAG, 2001 y WUST, 2003).

2.10. Antecedentes sobre usos de diferentes sustratos

SARMIENTO (2011) ensayó el compostaje en tres tratamientos con diferentes fuentes nitrogenadas (urea, lodos industriales de aceite de palma y estiércol bovino) y se comparó con corteza de pino compostada y aserrín expuesto a la intemperie. Para evaluar la posible inhibición de los sustratos, midió la germinación y biomasa fresca en *Zea maíz* y *Acacia mangium*. Repicó plántulas de *Pinus caribaea*, *Eucalyptus pellita* y *Acacia mangium* y a los dos meses se evaluó longitud del tallo, vigor y supervivencia. Se presentaron diferencias entre maíz y *Acacia mangium* y observó menor germinación y biomasa en los sustratos aserrín a la intemperie y corteza sin compostar. El vigor y la longitud del tallo fue significativamente mejor en corteza compostada; los sustratos a base de aserrín presentaron deficiencias marcadas (coloraciones rojizas, necrosis y enanismo).

MOTATO *et al.* (2005) estudiaron el desarrollo del cuerpo fructífero del hongo *Pleurotus djamor* en residuos de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana pyriformis*) en diferentes mezclas. De acuerdo con el diámetro micelial máximo alcanzado sobre los sustratos sometidos a diferentes temperaturas, y a las mayores actividades de las enzimas manganeso peroxidasa y lacasa, se escogen los sustratos aserrín - hojas (50/50%) y hojas (100%) para el desarrollo del cuerpo fructífero. El sustrato hojas (100%) resultó ser más adecuado para la obtención de cuerpos fructíferos con una eficiencia biológica promedio del $24.1\% \pm 7.0$ después de dos cosechas.

FAVARO *et al.* (2002) evaluaron el comportamiento del aserrín de Salicáceas compostado en la producción comercial de plantones hortícolas. Se utiliza aserrín de sauce mezclado en diferentes proporciones volumétricas con perlita (25, 50 y 75%), o con turba y perlita (33% de cada una), empleando como testigo dos sustratos comerciales, uno a base de mezclas de turba con perlita y otro a base de turba solamente. Los tratamientos con aserrín mostraron una mejor distribución de materia seca a raíz y un porcentaje de materia seca superior en la planta, lo que probablemente estaría indicando problemas para retener agua en el sustrato. La utilización de aserrín compostado para la producción de plantones podría tener posibilidades, reemplazando parte del sustrato comercial o bien en forma total. En este caso, debería ajustarse el contenido inicial de macro y micronutrientes, realizando un manejo del riego muy acertado para evitar estrés hídrico, con lo que podría conseguirse una mejor tasa de crecimiento.

MATEO *et al.* (2011) evaluaron el efecto de diferentes mezclas de aserrín de *Pinus* sp sobre el crecimiento de plantas de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), producidas con el sistema tecnificado en vivero forestal cubierto con malla sombra. Estudiaron 11 combinaciones a base de aserrín + la mezcla de peat moss-agrolita-vermiculita en proporciones que variaron desde 0% hasta 100% de aserrín y la mezcla de sustratos comerciales. El mayor diámetro se consiguió con la mezcla de 70% de aserrín + 30% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. El mayor valor en altura se produjo con la mezcla que contenía 80% de aserrín + 20% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. El mayor peso seco de follaje correspondió a la mezcla que contenía 90% de

aserrín más 10% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. Sin embargo el mayor valor de peso de la raíz y peso seco total correspondió a la mezcla con 60% de aserrín más 40% de peat moss-agrolita-vermiculita. En cuanto a la relación altura – diámetro (índice de esbeltez), el mejor valor lo obtuvo la mezcla de 80% de aserrín + 20% de peat moss – agrolita – vermiculita. Finalmente, el índice de calidad de Dickson (ICD), que se utiliza para predecir el comportamiento en campo de la planta evaluada. Para el mencionado índice, el mayor valor se obtuvo para la mezcla con 60% de aserrín y 40% de peat moss-agrolita-vermiculita.

GERDING *et al.* (1996) estudiaron la posibilidad de utilización de corteza compostada de árboles nativos, sola y en combinación con corteza fresca, con aserrín, con pumicita y con suelo de cenizas volcánicas, como sustrato para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* y *Eucryphia cordifolia* bajo condiciones de invernadero con riego por microaspersión. Concluyeron que la corteza compostada de especies nativas constituye una alternativa para formar sustratos para el enraizamiento de estacas de tallo, siendo necesario para algunas especies, que son de más difícil enraizamiento, seleccionar el tipo de material con que se pueda mezclar la corteza compostada.

VARGAS *et al.* (2008) caracterizaron siete materiales de polvo de coco (cinco mexicanos y dos de Sri Lanka) de empresas con diferente proceso de molienda. Determinaron las características físicas, químicas y biológicas. Las propiedades físicas y químicas difirieron significativamente entre

materiales. Las variaciones respectivas en índice de grosor fueron de 32 a 64%; en densidad aparente y real, de 0.08 a 0.12 y 1.48 a 1.49 g cm⁻³; en capacidad de aireación, de 11 a 53%; en capacidad de retención de agua, de 50 a 81%; en el agua fácilmente disponible, de reserva y total disponible, de 18 a 35, 3 a 14 y de 21 a 40%.

Asimismo, el espacio poroso total fue mayor de 92% en todos los materiales. En cuanto a características químicas el pH de los materiales fue ligeramente ácido (5.1 a 5.6), la conductividad eléctrica del extracto de saturación varió de 1.5 a 4.5 dS m⁻¹, la concentración de N-NO₃, Ca, Mg y micronutrientes en extracto de saturación fue baja, el N-NH₄ se encontró en un rango óptimo, mientras que las concentración de K, P, Na y Cl fueron marcadamente altas, con valores de 420 a 1261, 7 a 61, 60 a 226 y 244 a 1700 mg L⁻¹, respectivamente. Los valores de capacidad de intercambio catiónico variaron de 39 a 53 cmol_c kg⁻¹, mientras que el índice de germinación fue de 30 a 114%. Las características físicas y químicas fueron afectadas en mayor medida por las variaciones en el tamaño de partícula, que por el proceso molienda (VARGAS *et al.*, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

3.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el Jardín Botánico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). La extracción del material vegetativo se ha realizado del bosque de neblina La Divisoria.

3.1.2. Ubicación política

El bosque de neblina La Divisoria pertenece al distrito Hermilio Valdizán, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, mientras que el Jardín botánico está ubicada políticamente en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

3.1.3. Ubicación geográfica

Los lugares de colecta en el bosque de neblina La Divisoria se encuentra ubicado a una altitud de 1,711 msnm, cuyas coordenadas UTM son 409258 m Este y 8982325 m Norte, 409273 m Este y 8983015 m Norte A altitud es de 1,759 msnm.

El Jardín botánico está ubicado a una altitud de 650 msnm y las coordenadas UTM donde se estableció la investigación fueron:

1	389706 m Este	8971401 m Norte
2	389813 m Este	8971247 m Norte
3	389632 m Este	8971120 m Norte
4	389593 m Este	8971172 m Norte
5	389598 m Este	8971209 m Norte
6	389526 m Este	8971276 m Norte

3.1.4. Clima

El bosque de neblina La Divisoria presenta un clima subtropical semi húmedo pluvial, cuya temperatura varía entre 18 °C y 26 °C en promedio, con precipitación pluvial promedio de 3,600 mm/año, con una baja en los meses de mayo – agosto y abundante en los meses de octubre a marzo (SENAMHI, 2012).

Los datos climáticos del año 2011 presentan una temperatura promedio de 24.9 °C, precipitación 3,583 mm y humedad relativa 86.6% (Estación meteorológica José Abelardo Quiñones – UNAS, 2011).

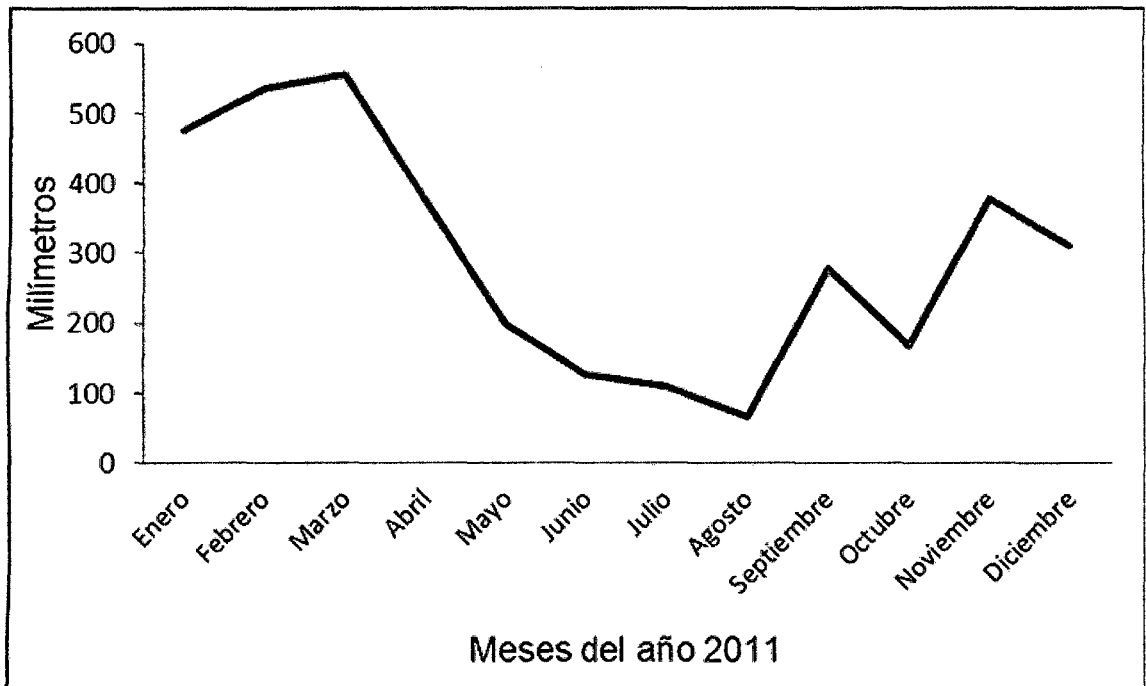


Figura 2. Comportamiento de la precipitación durante los meses año 2011 en la ciudad de Tingo María (estación meteorológica José Abelardo Quiñones- UNAS).

3.1.5. Ecología

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de ONERN (1975) la ciudad de Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical a bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh - PT a bmh - PST).

3.1.6. Flora

La vegetación del bosque de neblina La Divisoria es arbustiva a los 900 m, se encuentran plantas sobre todo gramíneas deficientes en fósforo. A

altitudes más de 1450 a 2500 msnm de los suelos donde se acentúa la acidez, los nutrientes disminuyen y se encuentran las especies, *Epidendrum sobralia*, *Encyclia pleurothallis*, *Brassia*, *Phragmipedium* siendo la *Ellianthus* a 1600 y *Epidendrum* a 1800 las que predominan (GUERRA y HUAMANÍ, 1995).

Las especies más abundantes de Tingo María son la cumala blanca (*Virola calophylla*), requia blanca (*Guarea silvatica*), moena (*Nectandra magnifolia*), moena negra (*Nectandra cuspidata*), sapotillo (*Quararibea achrocalyx*), cumala colorada (*Iryanthera laevis*), tulpay (*Clarisia racemosa*), lagarto caspi (*Callophyllum brasiliensis*), copal (*Protium opacum*), palta moena (*Persea grandis*), yacushapana (*Buchenavia viridiflora*) y moena amarilla (*Nectandra grandis*).

Entre algunas especies raras en la selva alta, se han reportado al cedro colorado (*Cedrela odorata*), cinchona (*Cinchona officinalis*), palo blanco (*Cinchona pubescens*) y la quinilla (*Manilkara surimanensis*).

Entre las especies de importancia para la alimentación de la fauna que se encuentran el huasaí (*Euterpe precatoria*), especie en estado vulnerable por la tala para obtener el palmito, son muy apreciados por los guácharos. También son importantes el ungurahui (*Jessenia bataua*), el huicungo (*Astrocaryum huicungo*), la pona (*Iriarte deltoidea*), la huacrapona (*Iriartea ventricosa*), la yarina (*Phytelephas macrocarpa*) y distintas especies de palmiche (*Geonoma* sp.).

Entre las especies ornamentales destacan los platanillos del género

Heliconia, cuyas bellas inflorescencias rojo–amarillo son muy llamativas. También destacan innumerables helechos arbustivos y, en los bosques nubosos, los helechos arbóreos (*Cyathea* sp.).

Las orquídeas que crecen en el ámbito de la provincia Leoncio Prado están las del género *Phragmipedium* de éstas, *Phragmipedium besseae* se encuentra en la lista de especies de flora amenazadas a nivel nacional (PMPNTM, 2002).

3.1.7. Fauna

Según el PMPNTM (2002) indican que, entre los mamíferos observados se encuentran el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), añuje chico (*Myoprocta pratti*), achuni (*Nasua nasua*), picuro o majaz (*Aguti paca*), carrón o machetero (*Dynomis branickii*), mucas (*Didelphys marsupialis* y *Marmosa rubra*), chosna (*Potos flavus*), armadillo (*Dasypus novencinctus*), carachupita (*Cabassous unincinctus*), perezoso (*Bradypus* sp.), ardilla (*Sciurus igniventris*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), cashacushillo (*Nectomys spinosus*) y diferentes especies de monos como el leoncito (*Cebuella pigmaecea*), el musmuqui (*Aotus lemurinus*), maquisapa o mono araña (*Ateles paniscus*).

Se han encontrado evidencias de otras especies como el sajino (*Tayassu tajacu*), perro de monte (*Speothos venaticus*), venado colorado (*Mazama americana*), ocelote (*Leopardus pardalis*) y rastros de otorongo (*Panthera onca*).

Se pueden ver con relativa facilidad aves como la pava de monte (*Crax salvini*), pucacunga (*Penelope jacquacu*), manacaraco (*Ortalis momot*), tucaneta (*Pteroglossus flavirostris*) y algunas especies de colibríes y loros. El gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*) puede ser observado en las grutas cercanas a las caídas de agua ubicadas en el sector occidental del Parque Nacional Tingo María.

Mención aparte merece el sistema de cavernas conocido como la Cueva de las Lechuzas, que alberga un ecosistema singular que gira en torno a los guácharos (*Steatomis caripensis*).

Habitan las cuevas una comunidad de artrópodos raros y endémicos que viven directa o indirectamente de las semillas llevadas por los guácharos y de sus desechos. Arácnidos, coleópteros, quilópodos, diplópodos, crustáceos, hongos y bacterias prosperan sobre la base energética aportada por los guácharos. Además, en las numerosas y pequeñas grutas ubicadas en las paredes de entrada de la cueva, se hospedan parejas de pequeños loros o pihuichos (*Aratinga leucophthalnus*) y cotorras (*Pionus menstruus*).

3.2. Materiales

3.2.1. Material

Malla raschel, wincha, cinta métrica, regla, escalímetro, libreta de apuntes, bambúes, navaja, machete y malla metálica (5 mm² de área).

3.2.2. Material genético

Plántulas de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe que procedieron del bosque de neblina La Divisoria.

3.2.3. Sustratos

- Suelo agrícola extraído del Jardín Botánico de la UNAS, el cual fue tamizado para utilizarlo como componente del sustrato.
- Aserrín descompuesto procedente de microempresas dedicadas a la fábrica de jabas de madera, la recolección fue realizado con la ayuda de una palana y llenado en costales; el aserrín presentaba un periodo de descomposición igual a tres meses aproximadamente.
- Fibra de helecho arbóreo (*Cyathea* sp.), que fue colectada del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) con la ayuda de machete y luego de cortarlos en trozos se colocó en costales para ser llevados al Jardín Botánico.
- Roca lutita, identificada por el ingeniero geólogo Thersy Tamayo y extraído del sector denominado la Moyuna, la misma que fue colocada en costales para su transporte hacia el Jardín Botánico.
- Corteza de árboles fragmentados, colectada de las diferentes especies arbóreas muertas y en estado de descomposición, ubicadas en el Jardín Botánico.

- Fibra de coco (*Cocus nocifera* L.) adquirida de los comerciantes que se dedican a la venta de agua de coco, éstas se llenaron en costales y se le trasladó al Jardín Botánico donde se preparó para su uso.

3.2.4. Herramientas y equipos

Herramientas como serrucho, lampa, tijera podadora y carretilla, entre los equipos fueron cámara digital, balanza, GPS y computadora.

3.3. Metodología

3.3.1. Fase de pre campo

Primeramente se coordinó para la colecta en el bosque de neblina, el acceso fue por vía terrestre en diciembre del año 2010 y en periodo de precipitación. Luego se realizó la planificación para realizar las actividades en el vivero hasta dejar las macetas listas para luego recolectar el material vegetal, considerándose la ruta, accesibilidad y movilidad respectiva.

3.3.2. Fase de campo

3.3.2.1. Establecimiento del vivero

Primeramente se eliminó las malezas, luego se realizó un nivelado del suelo. La estructura de la construcción se realizó a base de bambú procedentes del Bosque Reservado de la UNAS, el techo de la construcción

fue de malla Raschel color negro. Resultando el tinglado con dimensiones de 8 m de largo, 6 m de ancho y 2 m de altura, que otorgaba 14184.44 lux dentro del vivero a las 12 del mediodía.

3.3.2.2. Estructuras para soporte de macetas

Se construyó soportes tipo mesa con material de bambú, colocando tutores con 1 m de altura, se colocaron sobre ellos durmientes perpendiculares, que sostenían al bambú partido tipo tablillas, la que formaban la superficie tipo mesa, que funcionaban de sostén para las macetas y facilitó al registro de las evaluaciones.

3.3.2.3. Preparación de macetas

Las macetas se prepararon a partir de tablillas de madera, que fueron clavadas escalonadamente unas con otras adoptando una forma de jaula piramidal de cuatro caras, presentando espacios entre tablillas que ayuda a la aireación del sustrato. Las dimensiones de las tablillas fueron variadas, para la base se ha empleado 4 tablillas de 2 cm x 2 cm x 10 cm, para el primer y segundo nivel dos tablillas de 2 cm x 2 cm x 12 cm, tercer y cuarto nivel dos tablillas de 2 cm x 2 cm x 14 cm, en el quinto y sexto nivel fueron tablillas de 2 cm x 2 cm x 16 cm (Figura 3).

3.3.2.4. Codificación de macetas

Las macetas fueron codificadas con plumones indelebles indicando el código del tratamiento y el número de repetición (Figura 3).

3.3.2.5. Colección de sustratos

Los sustratos empleados fueron los siguientes: suelo agrícola, fibra de helecho, corteza de árboles, fibra de coco, roca lutita y aserrín descompuesto. Los helechos se colectaron del Bosque Reservado de la Universidad nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).

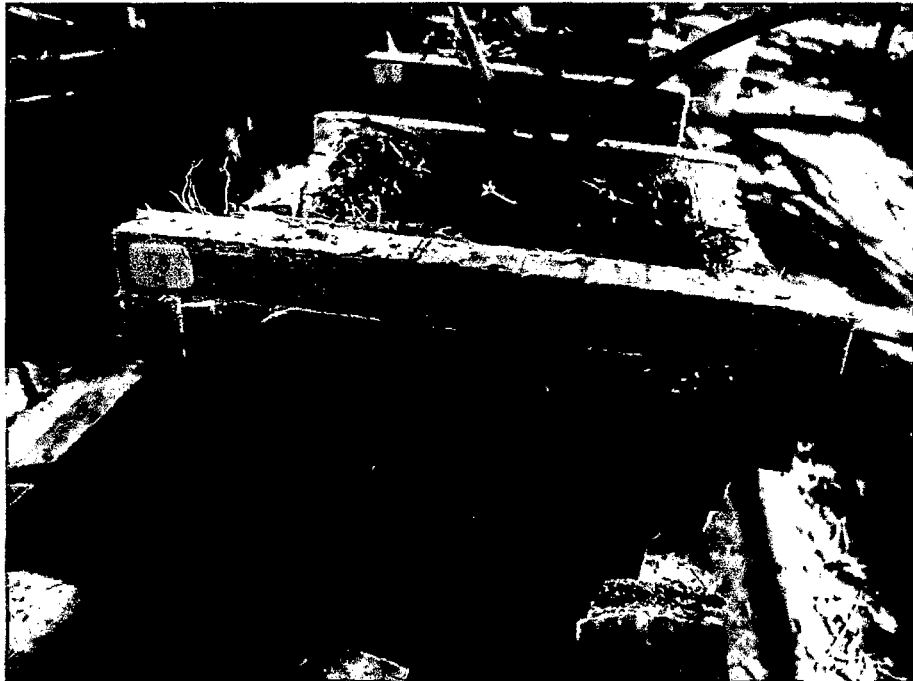


Figura 3. Forma de maceta y plántula de orquídea.

Los sustratos obtenidos (aserrín descompuesto y suelo agrícola,) se las zarandó en una malla metálica de 5 mm, para obtener la uniformidad del tamaño de las partículas.

Las fibras de helecho y fibras de coco se deshilacharon con el apoyo de un machete, la corteza de árboles se fragmentó manualmente. La roca lutita se ha obtenido de una peña en proceso de desintegración del sector

la Muyuna ubicada a 3 km de la ciudad de Tingo María y se las zarandó en una malla metálica de 5 mm² de área, uniformizándose el tamaño de las partículas.

3.3.2.6. Obtención y preparación de material genético

Las plantas de orquídeas se colectaron del bosque de neblina La Divisoria, previo recorrido de la zona para determinar las zonas de distribución. Se seleccionaron las plantas más jóvenes, con uniformidad de altura promedio (7.4 cm), vigor, sanidad y buena conformación, se las extrajo con la ayuda de machete y con el fin de no dañarlas al extraerlas de los fustes de los árboles. La colección se realizó a primeras horas de la mañana. Para reducir al mínimo la pérdida de humedad durante el traslado a lugar de establecimiento, las plantas se las envolvió con papel periódico húmedo y bolsa de polietileno.

3.3.2.7. Siembra

Para la instalación de las plantas las raíces fueron separadas, principalmente las traseras, es decir, las opuestas a la “guía principal”. Todo el sustrato original fue cambiado y las raíces dañadas fueron cortadas con la ayuda de una tijera podadora, tal como lo recomienda LOAYZA (1991).

La colocación de la planta se realizó en el centro de la maceta, fijando la parte trasera en el borde de la maceta y la delantera dirigida hacia el centro. Posteriormente las plantas fueron completamente cubiertas con la mezcla del sustrato nuevo que les brindó firmeza a las plantas y para garantizar

su posición en relación a la superficie y dirección durante su crecimiento se colocó una caña de bambú como soporte.

3.3.2.8. Riego

Se realizó el riego el día de la siembra y posteriormente cada dos días por las mañanas en épocas de intenso calor y cada 5 días en épocas de lluvias. Se usó agua de lluvia previa recolección en baldes, la cantidad aproximadamente fue de 500 mL por cada unidad experimental y consistía en mojar toda la planta lavando el polvo de las hojas y humedeciendo en su totalidad al tratamiento, caso de ausencia de lluvia se regaba con agua potable.

3.3.2.9. Variables evaluadas

Altura total de la planta (cm)

Las evaluaciones se realizaron en los cuatro tratamientos, cada dos meses, durante un año y consistió en medir la altura total de la planta desde el nivel superior del sustrato hasta la altura de la hoja más elevada, con la ayuda de una regla milimetrada y wincha.

Cobertura de la planta (cm)

Las evaluaciones se realizaron cada dos meses durante el periodo de un año, consistió en medir en base a las orientaciones este a oeste (ancho) y norte a sur (longitud), a partir de 2 centímetros del nivel del sustrato, con la ayuda de una cinta métrica, basados en la medición de copa (DIÉGUEZ, 2003).

Flores

Se consideró evaluar la presencia o ausencia de flores, durante el periodo de investigación no hubo la presencia de botones florales.

Prendimiento y mortalidad

Esta variable fue evaluada mediante el conteo visual del número de plantas por tratamiento que prosperaron o perecieron al término de la investigación. Se empleó las siguientes fórmulas:

$$\text{Prendimiento (\%)} = \frac{(\text{Número plantas prendidas})}{\text{Total de plantas establecidas}} \times 100$$

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{(\text{Número de plantas muertas})}{\text{Total de plantas establecidas}} \times 100$$

3.4. Sistematización de datos

Con los datos morfológicos obtenidos durante el establecimiento y desarrollo de las plantas de orquídeas, se procedió a determinar los promedios mediante el programa Ms Excel 2010 y el aspecto de análisis estadístico se procedió mediante el programa SPSS 15.0.

3.5. Diseño estadístico al final

Los tratamientos en estudio se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos en estudio utilizados para el establecimiento de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe.

Sustrato	Tratamiento	Componentes	Porcentaje (%)	Peso por maceta (g)
S1	T1	Suelo agrícola	30	150
		Fibra de helecho	40	200
		Corteza de árbol	30	150
S2	T2	Suelo agrícola	20	100
		Fibra de helecho	50	250
		Roca lutita	30	150
S3	T3	Fibra de helecho	40	200
		Roca lutita	20	100
		Fibra de coco	40	200
S4	T4	Corteza de árbol	40	200
		Fibra de coco	20	100
		Aserrín descompuesto	40	200

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Diseño experimental

Para el análisis del efecto de los sustratos en el establecimiento y desarrollo de orquídeas provenientes de bosques de neblina La Divisoria, se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), para lo cual se comparó cuatro tratamientos y 25 repeticiones. La unidad experimental fue una planta de orquídea establecida en un macetero.

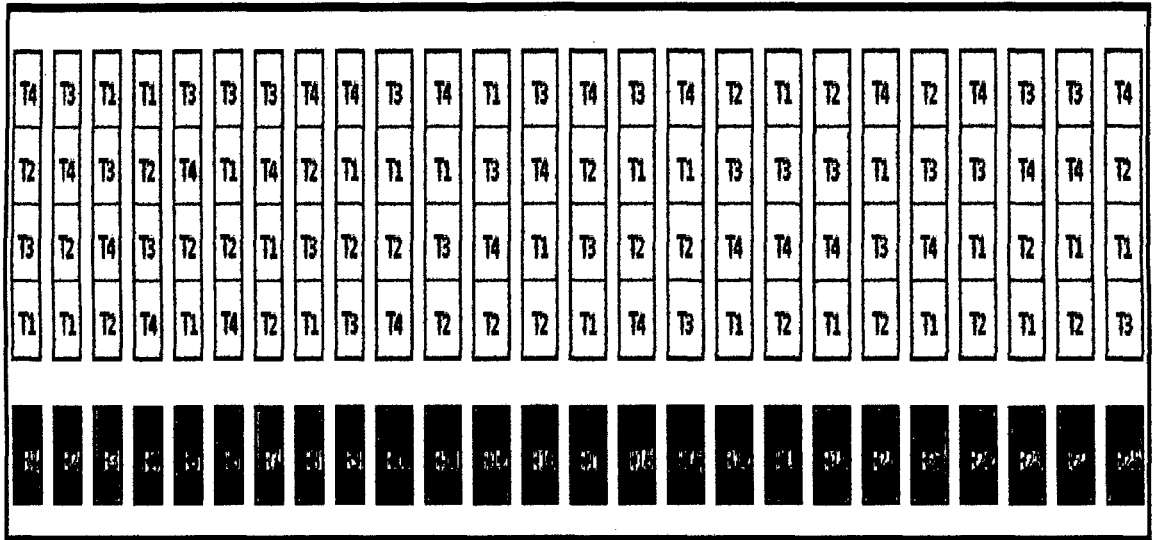


Figura 4. Croquis de distribución de los tratamientos aplicados.

3.6.2. Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANVA) se realizó a un nivel de significancia de 5% y la prueba de Duncan para la comparación de promedios empleando el programa SPSS 15.0.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza.

FV	GL	SC	CM	Fcal
Tratamiento	$(t - 1) = 3$	SC trat.	SC trat./GL trat	CM trat./CM error
E.E	$t(r - 1) = 96$	SC error	SC error/GL error	
Total	$tr - 1 = 99$	SC total	SC total	

Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal para el diseño citado, presenta la forma de:

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

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento de sustratos

ε_{ij} = Efecto aleatorio o error experimental

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

4.1.1. Altura de planta de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

El sustrato (T₃) que comprendía entre sus componentes a la fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), alcanzó un incremento mayor en la variable altura total de la planta con un incremento de 7.4 a 12.7 cm durante el periodo de un año (Cuadro 5).

Cuadro 4. Comportamiento de altura total (cm) en la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo efectos de diferentes sustratos.

Tratamiento	Evaluación inicial (cm)	Evaluación final (cm)	Incremento
T ₃	7.4	20.1	12.7
T ₂	7.4	16.2	8.8
T ₁	7.4	16.1	8.7
T ₄	7.3	14.8	7.5

En el análisis de variancia se observa que hasta 60 días después de establecer las orquídeas, los sustratos no generaban diferencia estadística significativa en la altura total, que sí se observa a partir de 120 días (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de variancia de altura de la planta en cada evaluación.

Fuente de Variación	Evaluaciones en altura	GL	SC	CM	F	CV
Sustratos	0 días	3	0.45	0.15	0.17 ^{NS}	
	60 días	3	1.09	0.36	0.38 ^{NS}	
	120 días	3	39.41	13.14	6.27 ^{**}	
	180 días	3	146.91	48.97	5.37 ^{**}	
	240 días	3	192.15	64.05	7.25 ^{**}	
	300 días	3	178.01	59.34	5.09 ^{**}	
	360 días	3	301.12	100.37	5.23 ^{**}	
Error	0 días	96	82.98	0.86		
	60 días	96	90.82	0.95		
	120 días	96	201.28	2.10		
	180 días	96	875.78	9.12		
	240 días	72	636.44	8.84		
	300 días	72	839.87	11.66		
	360 días	72	1381.39	19.19		
Total	0 días	99	83.43			
	60 días	99	91.91			
	120 días	99	240.69			
	180 días	99	1022.69			
	240 días	75	828.59			
	300 días	75	1017.88			
	360 días	75	1682.51			

NS: No significativo, **: Muy significativo.

El sustrato (T₄) que presentó menor relevancia sobre la variable altura total de la planta fue el que estaba constituido por 20% de fibra de coco, 40% aserrín descompuesto y 40% corteza de árboles (Cuadro 6 y Figura 5).

Cuadro 6. Prueba Duncan respecto a la altura de planta (cm) en la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo efectos de diferentes sustratos.

Tratamiento	Evaluaciones (días)						
	0	60	120	180	240	300	360
T3	7.4 ^a	7.6 ^a	9.6 ^a	13.2 ^a	15.7 ^a	17.2 ^a	20.1 ^a
T2	7.4 ^a	7.5 ^a	8.5 ^b	10.6 ^b	12.3 ^b	13.9 ^b	16.2 ^b
T1	7.4 ^a	7.4 ^a	8.1 ^b	10.2 ^b	12.0 ^b	14.0 ^b	16.1 ^b
T4	7.3 ^a	7.4 ^a	8.2 ^b	10.4 ^b	12.0 ^b	13.4 ^b	14.8 ^b

Los promedio unidos por igual letra en columna no tiene diferencia estadística entre sí, según Duncan ($p=0,05$).

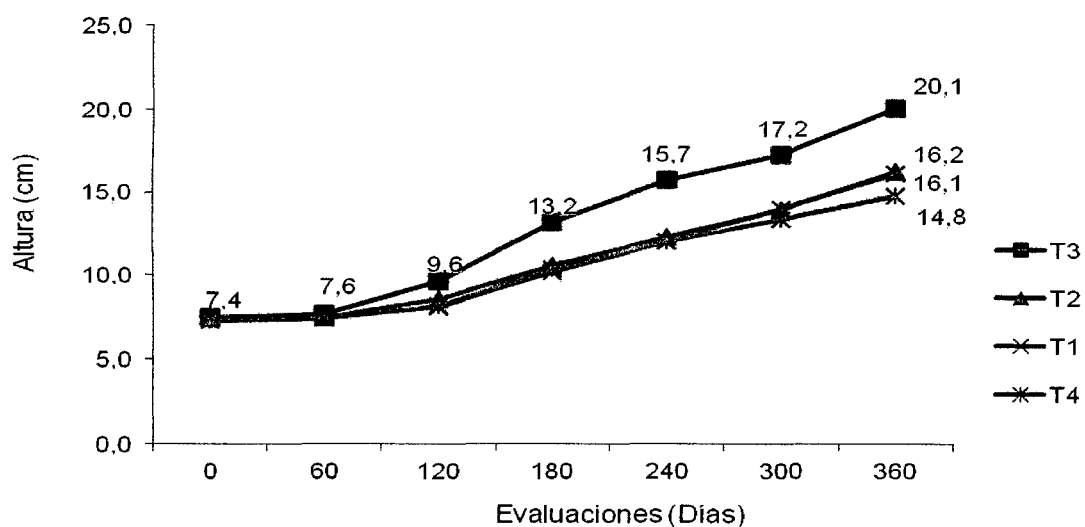


Figura 5. Comportamiento de la altura total en plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe en diferentes sustratos.

4.1.2. Número de hojas de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

Las plantas de la orquídea presentaban el número de hojas similares estadísticamente (homogéneos) al inicio de la evaluación; a los 360 días en que se realizó la última evaluación, el número de hojas en promedio por efecto de los diferentes sustratos aplicados fue diferente estadísticamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de varianza sobre la cantidad de hojas en plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

FV	Evaluaciones	GL	SC	CM	F
Sustratos	N° hojas en el inicio	3	0.002	0.001	0.04 ^{NS}
	N° hojas al final	3	0.624	0.208	3.60*
Error	N° hojas en el inicio	96	1.585	0.017	
	N° hojas al final	72	5.730	0.080	
Total	N° hojas en el inicio	99	1.587		
	N° hojas al final	75	6.354		

El coeficiente de variación de la cantidad de hojas alcanzada al inicio de la evaluación fue de 7.1% presentando una dispersión de datos homogéneos categorizada como excelente, mientras en la evaluación final el coeficiente de variación alcanzada fue de 27%.

En la comparación de promedios por la prueba Duncan, se muestra que el número de hojas iniciales fue homogéneo estadísticamente para todas las plantas de orquídeas con promedios de 3.32 a 3.36 unidades por planta; durante la evaluación final el número de hojas en el tratamiento con fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%) presenta mayor significancia estadística respecto a los demás tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba Duncan respecto a los promedios del número de hojas en las plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

Tratamiento	Número de hojas inicial	Número de hojas final
T3	3.32 ^a	5.0 ^a
T2	3.36 ^a	4.7 ^{ab}
T1	3.32 ^a	4.6 ^{ab}
T4	3.32 ^a	4.0 ^b

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p < 0.05$).

4.1.3. Número de hijuelos de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

El mayor porcentaje (94.4%) de macetas con un hijuelo, fue los que se establecieron con el sustrato cuyo componente es suelo agrícola (30%), fibra de helecho (40%) y corteza de árboles (30%) número de hijuelos encontrados en las plantas de orquídeas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Cantidad de hijuelos en las plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

N° hijuelos	T1		T2		T3		T4	
	Macetas	%	Macetas	%	Macetas	%	Macetas	%
1 Hijuelo	17	94.4	18	90	17	85	16	89.9
2 Hijuelos	1	5.6	2	10	3	15	2	11.1
Total plantas vivas	18	100	25	100	25	100	25	100

4.1.4. Cobertura de planta de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

Los diferentes sustratos usados en el establecimiento y crecimiento de las plantas de orquídea presentaron una alta significancia estadística (Cuadro 10) en la evaluación registrada sobre la cobertura de las plantas después a los 360 días de establecidos.

La primera evaluación durante la siembra de la orquídea, presentó un coeficiente de variación de 28.5% con dispersión variables de los resultados y en la evaluación final se determinó un 74.5%, lo cual presenta una dispersión de los resultados muy variables.

Las dimensiones de cobertura de la planta registradas en plantas con sustratos cuyo componente fueron fibra de coco (40%), helecho deshilachado (40%) y roca lutita (20%) que estaba codificado como T₃, así como también el sustrato que tenía como componentes al suelo agrícola (20%),

fibra de helecho (50%) y roca lutita (30%) que pertenece al T₂, presentaron similar comportamiento estadístico (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de varianza respecto a la cobertura de planta en la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

FV	Evaluaciones de Cobertura	GL	SC	CM	F
Sustrato	Al inicio	3	17.75	5.92	0.03 ^{NS}
	Al final	3	35436.17	11812.06	5.31 ^{**}
Error	Al inicio	96	18705.88	194.85	
	Al final	72	160267.08	2225.93	
Total	Al inicio	99	18723.68		
	Al final	75	195703.25		

Cuadro 11. Prueba Duncan respecto a promedios de la cobertura de planta en la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

Tratamiento	Cobertura al inicio (cm ²)	Cobertura al final (cm ²)
T3	49.3 ^a	124.8 ^a
T2	49.4 ^a	120.0 ^a
T1	48.3 ^a	95.9 ^{ab}
T4	49.1 ^a	70.2 ^b

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas (p <0.05).

4.2. Calidad de plantas y mortalidad en *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

Respecto a la calidad de las plantas de orquídeas, se aprecia que el sustrato con fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), presentó mejor calidad de las plantas (Cuadro 12) con un porcentaje de 64% del total de plantas empleado ese sustrato (T₃).

Respecto a la mortalidad, el tratamiento T3 y T2 alcanzaron menor porcentaje de mortalidad que fue de 20% para cada tratamiento (Cuadro 12 y Figura 6).

Cuadro 12. Calidad de plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

Calidad de planta	T1		T2		T3		T4	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Bueno	13	52	14	56	16	64	11	44
Regular	4	16	6	24	4	16	6	24
Malo	1	4	0	0	0	0	1	4
Muerto	7	28	5	20	5	20	7	28
Total	25	100	25	100	25	100	25	100

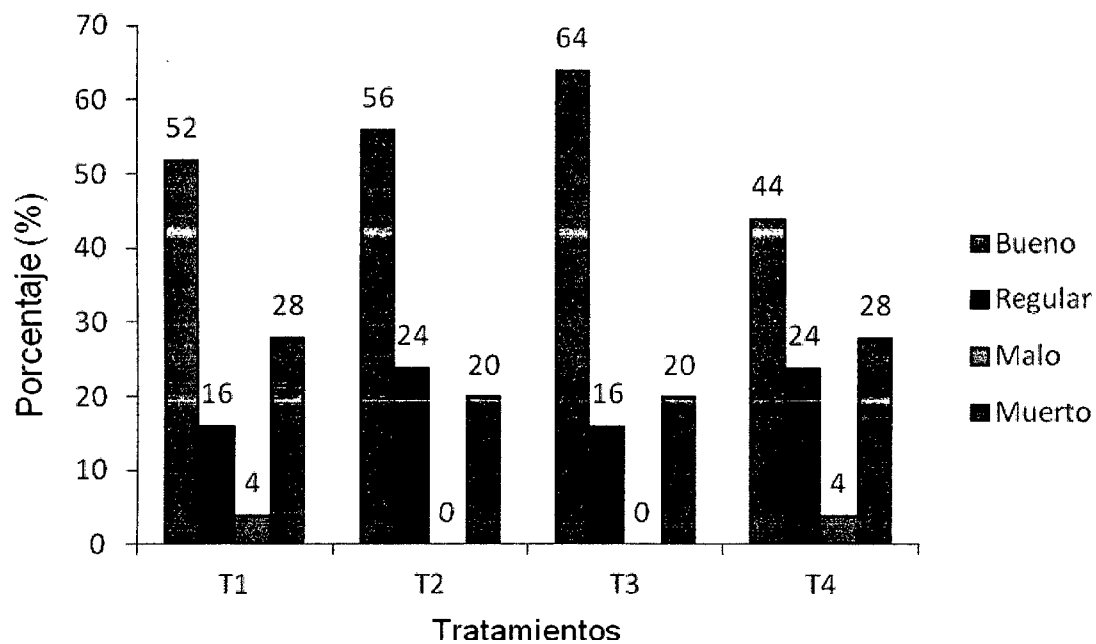


Figura 6. Calidad de plantas de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe bajo diferentes sustratos.

V. DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

5.1.1. Altura de planta de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

El sustrato denominado T₃ presentó mayor incremento en altura total debido a que presenta como parte del componente a la fibra de helecho, la cual favorece el crecimiento de las plantas de la orquídea, resultados similares obtuvo DIONICIO (2007) al determinar el efecto de sustratos en la propagación de zapatito de la reina (*Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe) en la Comunidad Nativa Yánesha Alto Yurinaki, mostrando que el sustrato con suelo agrícola, fibra de helecho y roca lutita (400 g – 100 g – 500 g) mostró mayor incremento en altura total (de 9 cm a 30.67 cm) en condiciones de invernadero.

Para el caso de bosques nublados que es el hábitat original de esta especie, el crecimiento se encuentran influenciada por el follaje de otras especies (sombra) u otros tejidos tales como madera del tronco, corteza del tronco, ramas vivas o yemas que le proveen mayor valor de nutrientes. También se debe considerar la época del año, ya que el contenido mineral de las hojas cambia a medida que progresa la estación en cada zona (STEPHEN y BURTON, 1982).

El mayor incremento en altura que determinó DIONICIO (2007) durante 14 meses, fue de 21.67 cm, la cual estuvo favorecida por que la ejecución se realizó en el lugar donde se hizo la colecta, ya que en general el clima es el factor más determinante de la productividad de una planta, seguido de las propiedades físicas del suelo y de los contenidos en elementos nutritivos (SCHLATTER, 2002).

El coeficiente de variación presentó valores desde 12.6% en el establecimiento de plantas de la orquídea incrementándose hasta un 52.6% a una edad de un año. Según CALZADA (1996), los resultados presentaron muy buena homogeneidad de dispersión en la evaluación inicial ($CV > 10\%$) y en la evaluación final los resultados fueron muy variables ($CV > 30\%$), la cual se vio influenciada por los datos de las plantas muertas y las que se quedaron de tamaño menor que el promedio, debido a factores ambientales como la temperatura, humedad ambiental, iluminación y el sustrato favorable para cada unidad experimental que se estableció en el vivero.

El sustrato que presentó mayor influencia sobre el crecimiento en altura total de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe, fue el tratamiento (T_3) con fibra de coco en 40%, fibra de helecho en 40% y roca lutita en 20% como componente del sustrato general (Cuadro 6), esta influencia fue notorio estadísticamente desde la evaluación registrada a los 120 días después del establecimiento. Los sustratos que contenían como componente al suelo agrícola (20 y 30%) presentaron incrementos menores que el T_3 pero superior al T_4 .

El sustrato elaborado a base de fibra de helecho y fibra coco en mayor porcentaje, alcanzó mejor incremento en altura total de planta. Referente al helecho como sustrato, SMITH (2006) afirma que, los rizomas fibrosos de los helechos, son usados como base para las epífitas en los invernaderos como las bromelias y orquídeas, mostrando crecimientos favorables.

Respecto a la fibra de coco que también es parte del sustrato denominado T₃, ALVARADO *et al.* (2008) manifiesta que el valor principal de la cáscara de coco estriba precisamente en su contenido de fibra, que es una fuente valiosa de potasa y una cobertura muerta útil para la conservación de la humedad.

Por otra parte, resultados en especies forestales encontró MATEO *et al.* (2011) al evaluar el efecto de diferentes mezclas de aserrín de *Pinus sp.* sobre el crecimiento de plantas de Cedro rojo (*Cedrela odorata L.*), producidas con el sistema tecnificado en vivero forestal cubierto con malla sombra. El mayor valor en altura se produjo con la mezcla que contenía 80% de aserrín + 20% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita; en cuanto a la relación altura - diámetro (índice de esbeltez), el mejor valor lo obtuvo la mezcla de 80% de aserrín + 20% de peat moss-agrolita-vermiculita. Estos resultados muestran la importancia de la roca utilizada como parte del sustrato (en el caso de la investigación roca lutita), la cual favorecen en generar espacios otorgando aireación al sustrato y parte radicular de las plantas; la roca utilizada es una roca detrítica, es decir, formada por detritos, y está integrada por partículas del tamaño de la arcilla y del limo; roca sedimentaria que ocurre con frecuencia en

todos los continentes compuesto generalmente de limo y arcilla (HOCHLEITNER, 1983).

5.1.2. Número de hojas de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

El coeficiente de variación de la cantidad de hojas alcanzada al inicio de la evaluación fue de 7.1% presentando una dispersión de datos homogéneos categorizada como excelente, mientras en la evaluación final el coeficiente de variación alcanzada fue de 27% considerada por CALZADA (1996) como dispersión de datos variables, la cual está influenciada por factores como cantidad y calidad de agua, temperatura, iluminación, ventilación y nutrientes minerales de los sustratos (ARÉVALO, 2007).

Como parte del sustrato denominado T₃, la fibra de coco se encuentra entre los mayores porcentajes (40%) la cual favoreció el incremento en número de hojas por planta y ALVARADO *et al.* (2008) indica que, la fibra de coco estructuralmente es una de las fibras más duras y en comparación con otras es más corta. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1 mm, la gran utilidad de ésta radica en su capacidad para estirarse; además, su flotabilidad y resistencia a la acción de las bacterias y al agua salina, que la hacen una fibra única.

Resultados diferentes encuentra VARGAS *et al.* (2008) al caracterizar siete materiales de polvo de coco de empresas con diferente proceso de molienda. Las propiedades físicas y químicas difirieron

significativamente entre materiales como el espacio poroso total que fue mayor de 92% en todos los materiales, las concentraciones de K, P, Na y Cl fueron marcadamente altas, con valores de 420 a 1261, 7 a 61, 60 a 226 y 244 a 1700 mg L⁻¹, respectivamente, lo cual le dan aspectos favorables para la producción de orquídeas en invernaderos.

5.1.3. Número de hijuelos de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

Las plantas de las orquídeas que alcanzaron un hijuelo fueron mayor numéricamente en el sustrato cuyo componente presentan corteza de árboles (30%), la cual corrobora GERDING *et al.* (1996) cuando estudian la posibilidad de utilización de corteza compostada de árboles nativos, sola y en combinación con corteza fresca, con aserrín, con pumicita y con suelo de cenizas volcánicas, como sustrato para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* y *Eucryphia cordifolia* bajo condiciones de invernadero con riego por microaspersión; encontrando que la corteza compostada de especies nativas constituye una alternativa para formar sustratos para el enraizamiento de estacas de tallo, siendo necesario para algunas especies que son de más difícil enraizamiento seleccionar el tipo de material con que se pueda mezclar la corteza compostada.

En lo que respecta a dos hijuelos por planta, el sustrato cuyo componente presenta la fibra de coco (40%), alcanzó mayor número de unidades experimentales, y ALVARADO *et al.* (2008) añade que la fibra de

coco se ha utilizado como sustrato para el enraizamiento de las plantas de gran importancia no sólo porque desde el punto de vista ecológico contribuye a la eliminación de fuentes contaminantes, sino porque permite obtener altos niveles de enraizamiento en especies recalcitrantes.

No se encontró relevancia en el sustrato cuyo parte de componente fue el aserrín y FAVARO *et al.* (2002) al evaluar el comportamiento del aserrín de Salicáceas compostado en la producción comercial de plantones hortícolas, indicando que el aserrín probablemente estaría indicando problemas para retener agua en el sustrato. La utilización de aserrín compostado para la producción de plantones podría tener posibilidades, reemplazando parte del sustrato que se utiliza o bien en forma total.

Por otra parte, debería ajustarse el contenido inicial de nutrientes, realizando un manejo del riego muy acertado para evitar estrés hídrico, con lo que se consigue un mejor crecimiento.

5.1.4. Cobertura de planta de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

La primera evaluación durante la siembra de la orquídea, presentó un coeficiente de variación de 28.5% con dispersión variables de los resultados (CALZADA, 1996) y en la evaluación final se determinó un 74.5%, lo cual para CALZADA (1996) presenta una dispersión de los resultados muy variables. La cobertura final presentó diferencia estadística significativa, la cual hace que se rechace la hipótesis de que todos los tratamientos alcanzaron similar efecto, lo

cual ARÉVALO (2007) afirma que el sustrato donde va crecer las plantas de orquídeas deben ser adecuado para cada género, debido a que cada uno requiere un medio distinto, pero todas necesitan un medio bien aireado, que de a las raíces libertad de crecimiento y ventilación.

El sustrato denominado T₃, cuyo componente presentaba fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%) alcanzó mayor cobertura en las plantas de orquídea, de manera similar DIONICIO (2007) determinó que existe diferencias estadísticas significativas para la variable diámetro de la planta, obteniendo el mejor resultado el sustrato cuyo componente fue suelo agrícola, fibra de helecho y roca lutita, mostrando lo favorable que es el uso de estos componentes como parte del sustrato.

En lo que respecta a la fibra de coco, ALVARADO *et al.* (2008) manifiesta que es un sustrato que solo y/o mezclado posee características físicas y químicas adecuadas para su utilización como soporte de muchas plantas, la cual favorece su crecimiento.

5.2. Calidad de plantas y mortalidad en *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe

En el sustrato cuyo componente presentó el aserrín, mostró mayor porcentaje de mortalidad (28%) y menor número de plantas con calidad (44% con calidad Bueno, 24% con calidad Regular y 4% con calidad Malo), la cual es corroborada por SARMIENTO (2011) cuando ensayó el compostaje en tres tratamientos con diferentes fuentes nitrogenadas (úrea, lodos industriales de

aceite de palma y estiércol bovino) y comparó con corteza de pino compostada y aserrín expuesto a la intemperie. Los resultados presentaron diferencias entre maíz y *Acacia mangium* y observó menor germinación y biomasa en los sustratos aserrín a la intemperie y corteza sin compostar. El vigor y la longitud del tallo fue significativamente mejor en corteza compostada; los sustratos a base de aserrín presentaron deficiencias marcadas (coloraciones rojizas, necrosis y enanismo).

ARÉVALO (2007) afirma que los sustratos se mezclan según el tipo de planta a cultivar, pero siempre en la base de la maceta se debe colocar una capa entre dos a tres centímetros de piedras, para impedir la acumulación de agua y por lo tanto la pudrición de las raíces, que es una de las causas por la que se puede morir una planta.

Las orquídeas, para su buen desarrollo, necesitan tener las raíces ventiladas; por eso los sustratos de las macetas deben ser sueltos y gruesos, se deben cambiar cuando se note que se han descompuesto, pues empiezan a retener demasiada agua, las raíces se comienzan a pudrir y la planta no desarrolla bien o puede llegar a morir. La mortandad se observó en el sustrato que contenía aserrín descompuesto la cual pudo haber retenido demasiada humedad y por ende incrementó la mortandad.

El sustrato cuyo componente presenta fibra de helecho 40%, roca lutita 20% y fibra de coco 40% presentó mayor número de plantas con la calidad de bueno (64%), seguido por el sustrato cuyo componente presentaba

suelo agrícola 20%, fibra de helecho 50% y roca lutita 30% con un 56% de plantas con calidad de bueno, y el sustrato cuyo componente es suelo agrícola 30%, fibra de helecho 40% y corteza de árbol 30% alcanzó un 52% de plantas con calidad de bueno. Todos los sustratos que se utilizaron fibra de helecho presentaron mayor calidad de plantas y SMITH (2006) afirma que los rizomas fibrosos de los helechos, son usados como base para las epífitas en los invernaderos como las bromelias y orquídeas, mostrando crecimientos favorables.

VI. CONCLUSIONES

1. El sustrato del T₃ con sus componentes fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), alcanzó un incremento mayor en la variable altura total de la planta de la orquídea *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe, con un incremento de 12.7 cm durante el periodo de un año.
2. El número de hojas en la investigación fue superior en el tratamiento T₃ cuyo componente fue la fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), siendo estadísticamente significativo respecto a los demás tratamientos.
3. El mayor porcentaje (94.4%) de macetas con un hijuelo, alcanzaron las plantas que se establecieron en el tratamiento T₁, cuyo componente es suelo agrícola (30%), fibra de helecho (40%) y corteza de árboles (30%).
4. Las dimensiones de cobertura de la planta registradas en plantas establecidas en el tratamiento T₃, cuyo componente fue fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), así como también el tratamiento T₂ que tenía como componentes al suelo agrícola (20%), fibra de helecho (50%) y roca lutita (30%), presentaron similar valor estadístico en 124.8 y 120 cm² respectivamente.

5. Respecto a la calidad de las plantas de orquídeas *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe, se aprecia que el tratamiento T₃ cuyo componente fue fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%), presentó mejor calidad de las plantas con un porcentaje de 64% del total de plantas, en lo que respecta a la mortalidad, el tratamiento T₃ y T₂ alcanzaron menor porcentaje de mortalidad.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para la propagación de zapatito de reyna (*Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe) utilizar el sustrato fibra de coco (40%), fibra de helecho (40%) y roca lutita (20%) favoreciendo el incremento de los aspectos morfológicos.
2. Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados como parte de la producción de orquídeas, la cual es importante al momento de determinar los requerimientos de cada especie a cultivar.
3. Realizar el análisis foliar a plantas cultivadas en diferentes sustratos; estos análisis deben ser considerando la fenología de cada especie, ya que los requerimientos nutricionales tendrán influencia con este comportamiento.

VIII. ABSTRACT

Effect of different substrates for the establishment of the orchid *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe from the Divisoria mist forest, in the botanical garden belonging to the Universidad Nacional Agraria de la Selva

The purpose of evaluating the effect of different substrates for the establishment of the orchid *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe from the Divisoria mist forest, was established a nursery in the period December 2010 to December 2011, located in the botanical garden belonging to the Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Peru. The orchid plant material was collected from the Divisoria mist forest and they were taken to the botanical garden mas to be sowed in substrata composed with 30 % of agricultural land but 40% fern fiber plus 30% bark (S1), 20% agricultural land 50% more fern fiber plus 30% of shale rock (S2), 40% fern fiber plus 20% plus 40% shale rock coir (S3), 40% bark tree plus 20% coconut fiber plus 40% decomposed sawdust (S4) distributed under a complete randomized design (DCA) and the data were subjected to analysis of variance and Duncan comparison test at a confidence level of 95%. It has been found that the greatest increase in S3 reached variables total height, number of leaves, hedge dimensions, percent mortality and quality of orchid plant, while the larger percentage of a shoot reached potted plants were established on the substrate S1.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROINFORMACION. 2004. Orquídeas. Tipos de sustrato. [En línea]; Infoagro, (http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp, documentos, 27. May. 2011).
- ALVARADO, K., BLANCO, A., TAQUECHEL, A. 2008. Fibra de coco. Una alternativa ecológica como sustrato agrícola. Centro de Desarrollo de la Montaña. Agricultura orgánica. Limonar de Monte Ruz, El Salvador. 2 p.
- ALVAREZ, G. 2007. Residuos madereros, transformación y uso. [En línea]; Maxmail, (<http://www.mailxmail.com>, documentos, 10 May. 2011).
- ARÉVALO, S. 2007. Cultivo de orquídeas para aficionados. Lima, Perú. Stampa Gráfica. 86 p.
- BENNETT, D., CHRISTENSON, E. 2003. Icones orchidacearum Peruvianum, USA. 200 p.
- BINH, T. 2005. Aserrín del árbol de caucho (Hule). Cultivo del hongo Ostra. Manual del cultivador de hongos 1. Capítulo 5, sustrato. 5 p.
- BRACK, A. 2000. Perú biodiversidad y Biocomercio situación actual y potencial. Lima, Perú, Comité de Biocomercio. 81 p. [En línea];

- Biocomercio, (http://www.biocomercioperu.org/documentos/biocomercio_abrack.pdf, documentos, 19 Oct. 2011).
- BRIT, J. 2005. Cultivo de Orquídeas. [En línea]; Infojardín, (<http://articulos.infojardin.com/orquideas/>, artículos, 15 Ene. 2011).
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta Edición. Lima Perú. 640 p.
- CANOVAS, F., DÍAZ, J. 1993. Cultivos sin suelo. [En línea]: Wikipedia, (<http://www.wikipedia.com/>, documentos, 10 May. 2011).
- CHRISTENSON, E. 2003. Machu Picchu. Orchids. [En línea]: Andesamazon, (<http://www.andesamazon.org/es/projects/orchids/>, documentos, 22 Ene. 2011).
- CISNEROS, A. 2005. Condiciones básicas para cultivos de orquídeas.
- CLUB PERUANO DE ORQUIDEAS. 2006. *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe 1896. [En línea]: Orchidaceas, (<http://www.peruorchids.com/orquideas/>, documentos, 15 Abr. 2011).
- COHEN, R., PERSKY, L., HADAR, Y. 2002. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus* Appl Microbiol Biotechnol. 58:582 – 594.
- DEVLIN, R. 1975. Fisiología vegetal. Barcelona, España, Ediciones Omega. 281 p.

- DIEGUÉZ, U. 2003. Dendrometría. Ed. Mundiprensa SA. 327 p.
- DIONICIO, B.H. 2007. Efecto de 7 mezclas diferentes de sustratos en el establecimiento de *Phragmipedium boissierianum* (RCHB. f.) Rolfe (zapatito de la reina) en la Comunidad Nativa Yanesha Alto Yurinaki. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- DUMOIS, L. 2006. ¿Qué es una orquídea?. [En línea]: Flinet.com, (<http://www.flinet.com/grega/orchids/>, documentos, 28 Dic. 2011).
- FAVARO, J.C., BUYATTI, M.A., ACOSTA, M.R. 2002. Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas (*Salix* sp.) compostados para la producción de plantones. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 17 (3): 367 – 373.
- FONTQUER, P. 1974. Diccionario de botánica. 7 ed. Barcelona, España, Editor Labor S.A. 1294 p.
- GARZON, G., MONTENEGRO, E.P., LÓPEZ, F. 2005. Uso de aserrín y acículas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus humboldtii* (roble). Revista Colombia forestal Vol. 9 No. 18.
- GERDING, V., HERMOSILLA, M.E., GREZ, R. 1996. Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* Lindl, y *Eucryphia cordifolia* Cav. BOSQUE 17(2): 57 – 64.

- GREZ, R., GERDING, V. 1995. Corteza, desecho reciclable de la industria forestal como formador de sustratos para la producción vegetal. BOSQUE 16(1): 105 – 114.
- GRISHKOVA, L.A., SVIRIN, L.V., ERMASHENKOV, M.V. 1989. Fertilizantes a partir de residuos de corteza. In: Lesnaya Prom. 12: 33 - 45.
- GROS, A. 1986. Abonos. Guía de práctica de la fertilización. 7 ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 560 p.
- GUERRA, J. 1995. Orquídeas. 2 ed. Universidad nacional Agraria de la Selva – Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Tingo María, Perú. 46 p.
- GUERRA, J., HUAMANÍ, H. 1995. Caracterización edafoclimática del hábitat de las orquídeas. Universidad nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 40 p.
- HOCHLEITER, K. 1983. Minerales y rocas. Barcelona, España, Ediciones Omega. 249 p.
- HUATANGARE, E. 2005. Ecología y distribución de *Phragmipedium boissierianum* y *Catasetumpusillum* (Orchidaceae) en la cuenca alta del Ahuashiyacu, Cordillera Escalera, Región San Martín - Perú. 40 p.
- KUNZE, H. 2002. Origen de sustratos naturales. [En línea]: Wikipedia, (<http://es.wikipedia.org/wiki/Arena>, documentos, 10 May. 2011).

- MANRIQUE, A. 2005. Lista de especies de orquídeas peruanas. Centro De Jardinería Manrique. Lima, Perú. 178 p.
- MARTÍNEZ, B. 1992. Estadística. 6 ed. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Textos universitarios. 774 p.
- MATEO, J.J., BONIFACIO, R. PÉREZ, S.R., MOHEDANO, L., CAPULÍN, J. 2011. Producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Ra Ximhai 7 (1): 123 – 132.
- MILLÁN, B., BRAVO, R., CHOCCE, M., COZ, A. 2007. Evaluación poblacional, distribución y estado de conservación de *Phragmipedium kovachii* en el Perú. Serie de publicaciones de flora y fauna silvestre. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. 9 p.
- MOTATO, K.E., MEJÍA, A.I., LEÓN, A. 2005. Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) Como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. VITAE, Revista de la facultad de química farmacéutica, 13(1): 24 – 29.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIONES DE RECURSOS NATURALES 1975. Mapa ecológico del Perú. Reimpresión 1994. INRENA. Perú.
- PMPNTM. 2002. Plan Maestro del Parque Nacional Tingo María. Tingo María, Perú. 93 p.

REGLAMENTO DE LA LEY FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE. 2001.

Lima, Perú, El Peruano. 24 p.

RIOS, C., RODRIGUEZ, B. 2005. Estadística básica (aplicaciones). Serie 5.

Chimbote, Perú, Graphic Chimbote S.A.C. 289 p.

ROMERO G.A., FERNÁNDEZ, G.C., DRESSLER, R.L., MAGRATH, L.K.,

ARGUS, G.W. 2003. Flora de Norte América: Orchidaceae Vol. 26.

pp. 15, 16, 17, 26, 27, 490, 491, 617.

SARMIENTO, M.B. 2011. Alternativas de compostaje de aserrín de pino

caribe (*Pinus caribaea*) en la industria maderera Refocosta S.A.,

municipio de Villanueva, Casanare, Colombia. Revista de Investigación

Agraria y Ambiental, RIAA 2 (2).

SCHLATTER, A. 2002. Curso de fertilización forestal en la Escuela Agraria de

Derio. Artículo Euskadi Basogintza – Euskadi Forestal nº 62. 7 p.

SENAMHI. 2012. Boletín regional del SENAMHI. Ministerio del Ambiente.

Análisis estadístico. Año IX, número 12. Huánuco, Perú. 17 p.

SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER,

H., WOLF, P.G. 2006. "A classification for extant ferns". Taxon 55(3),

705-731.

SPSS 15,0 EN ESPAÑOL PARA WINDOWS. 2007. Análisis estadístico.

Madrid, España, McGraw-Hill Interamericana de España. 320 p.

- STEPHEN, H., BURTON, V. 1982. Ecología forestal. Trad. por Carlos Luis Raigorodskyz. 3 ed. 690 p.
- TORRES, M.G., A. RÍOS, A., MEDINA, M.A., MENA, Y.A., AGUILAR, Y., RIVAS, I. 2002. Cultivo de hongos comestibles y su importancia en la descontaminación ambiental en la ciudad de Quibdó. Universidad Tecnológica del Chocó D. L. C. No. 16.
- UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (IUCN). 2001. Lista roja de especies amenazadas de flora y fauna silvestre. [En línea]: CONAM, (<http://www.conam.gob.pe/>, documentos, 15 Ene. 2011).
- UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (UICN). 2002. Conservación mundial. El comercio de especies; la CITES en el nuevo milenio. 36 p.
- VARGAS, P., CASTELLANOS, J.Z., SÁNCHEZ, P., TIJERINA, L., LÓPEZ, R.M., OJODEAGUA, J.L. 2008. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 31 (4): 375 – 381.
- VÁSQUEZ, R. 1970. La orquídea de flores más grandes. Los tiempos. Cochabamba, Bolivia. 10 p.
- VASQUEZ, V. 1990. Experimentación agrícola. Cajamarca, Perú, Amaru Editores S.A. 278 p.
- VIDAL, J. 1982. Curso de botánica: Planta, flores y fruto. 28 ed. Lima, Perú, Bruño. 548 p.

WUST, W. 2003. Atlas departamental del Perú. Tomo 11. Lima, Perú, Peisa.
159 p.

ZVALETA, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción.
Lima, Perú, CONCYTEC. 223 p.

X. ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 7. Fibra de coco para elaborar sustrato.



Figura 8. Fibra de helecho para elaborar sustrato.



Figura 9. Tierra agrícola utilizado como parte de sustrato.



Figura 10. Macetas con sustrato para establecimiento de orquídeas.



Figura 11. Colecta de plantas de orquídeas para la investigación.



Figura 12. Plantas de orquídeas en sus respectivas macetas con sustratos diferentes.



Figura 13. Macetas colocadas con sus respectivas plantas y sustratos.

Cuadro 13. Datos meteorológicos en los meses del año 2012 de la ciudad de Tingo María.

Parámetros	AÑO 2011											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura máx (°C)	28.2	27.4	28.8	30.2	29.7	29.6	30.1	30.8	30.4	29.5	30.7	29.1
Temperatura mín (°C)	20.2	20	20.4	20.4	20.5	20.1	19.7	19.5	19.7	20.6	21.2	20.9
Temperatura media (°C)	24.3	23.7	24.6	25.3	25.1	24.8	24.8	25.1	25	25	25.9	25
Humedad R (%)	89	91	88	87	86	86	86	84	85	86	85	86
Precipitación (mm)	475.7	535.3	555.8	376.3	198.8	127.3	110.2	66.6	278.8	169.1	377.9	311.2
Horas sol	82.4	74.3	86.5	152.8	156	175.9	215.2	218.1	170.1	113.2	162.2	118.9

Fuente: ESTACIÓN METEOROLÓGICA JOSÉ AVELARDO QUIÑONES (2012).

Cuadro 14. Datos de las evaluaciones de altura total de la plantas de *Phragmipedium boissierianum* (Rchb.f.) Rolfe.

R/D	T1							T2							T3							T4						
	0	60	120	180	240	300	360	0	60	120	180	240	300	360	0	60	120	180	240	300	360	0	60	120	180	240	300	360
1	9.5	10.0	11.0	13.0	13.0	15.0	18.0	6.0	6.0	6.0	7.0				8.0	8.5	9.5	13.5	14.0	16.0	18.5	8.5	8.5	9.0	11.5	11.5	14.0	16.0
2	7.5	7.5	8.0	10.0	10.0	12.0	13.0	7.0	7.5	8.0	8.0				8.5	8.5	10.0	17.0	18.5	19.0	24.0	7.0	7.5	8.0	8.5			
3	9.0	9.5	11.0	15.0	16.0	18.5	20.5	6.0	6.0	7.0	7.0				9.0	9.5	10.0	15.0	16.0	18.0	22.0	8.0	8.5	10.0	16.5	16.5	19.5	22.0
4	7.5	7.5	7.5	8.0				8.5	8.5	9.5	14.5	15.0	18.5	21.0	6.5	7.0	9.0	12.5	14.0	15.0	19.5	6.5	6.5	6.5	7.0			
5	8.5	8.5	9.0	9.0				9.0	9.5	11.0	15.0	16.5	19.0	24.0	6.0	6.0	6.5	7.0				8.0	8.0	8.5	10.0			
6	7.5	7.5	8.5	11.0	12.0	13.0	15.5	8.0	8.0	10.0	13.5	14.5	17.0	24.0	7.5	7.5	8.0	8.0				7.0	7.5	9.0	14.0	14.5	17.0	19.0
7	6.0	6.0	6.5	8.0	8.0	9.0	10.5	7.5	7.5	8.0	10.5	11.0	12.0	15.0	7.0	7.5	9.0	11.5	12.5	13.0	15.0	7.5	7.5	9.0	15.0	16.0	17.0	19.5
8	6.5	6.5	6.5	8.0	8.5	9.5	10.0	6.5	6.5	7.5	10.0	11.5	13.5	15.0	9.0	9.0	11.0	18.5	20.0	21.0	24.0	6.5	7.0	8.0	11.0	11.0	11.5	12.0
9	7.0	7.0	8.0	12.0	14.5	16.0	17.0	6.5	6.5	7.0	9.5	10.0	12.0	14.0	8.0	8.0	11.0	16.5	17.0	19.0	20.0	9.0	9.0	10.5	16.5	17.0	17.5	20.5
10	6.0	6.0	7.5	10.5	11.0	12.5	14.0	7.0	7.0	8.0	11.0	11.5	13.0	14.0	6.5	7.0	7.5	7.5				7.5	8.0	9.5	11.0	13.0	16.0	18.0
11	8.0	8.0	9.0	12.5	14.0	15.0	18.0	7.0	7.0	7.5	8.0				8.0	8.0	10.0	12.5	13.0	13.5	16.0	7.0	7.0	8.0	9.5	11.0	11.5	12.0
12	8.5	8.5	10.5	16.0	18.0	24.0	32.0	7.5	7.5	7.5	9.0	9.5	10.0	11.0	7.0	7.0	8.0	8.5				6.5	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0	11.5
13	7.5	7.5	7.5	11.0	12.0	13.5	15.0	8.5	8.5	10.0	13.5	15.0	16.0	19.0	7.5	7.5	9.5	14.0	15.0	16.0	18.0	7.0	7.0	7.5	8.0	8.5	9.5	10.0
14	6.0	6.5	6.5	7.0				6.0	6.0	7.0	7.5				8.0	8.0	10.5	14.5	16.0	17.0	19.0	6.5	6.5	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0
15	7.5	7.5	7.5	9.0	9.5	12.0	14.0	9.0	9.0	10.5	12.5	16.0	18.0	20.5	8.5	8.5	11.5	13.0	14.0	16.0	19.5	6.0	6.0	6.0	7.0			
16	6.5	6.5	6.5	8.5	9.0	12.5	14.0	6.5	6.5	7.5	9.0	9.0	10.0	11.0	7.5	8.0	11.0	16.0	17.5	20.0	22.0	8.0	8.0	9.5	13.5	15.0	16.0	18.0
17	6.0	6.0	6.5	7.0				6.0	6.5	7.0	8.0	8.5	9.5	11.0	7.0	7.0	8.5	11.5	12.0	14.0	16.5	8.0	8.0	9.5	9.5			
18	7.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.5	11.0	7.5	7.5	8.0	9.5	11.0	14.0	16.5	8.0	8.0	12.0	16.0	17.0	19.0	22.0	7.0	7.0	8.0	8.5			
19	6.5	6.5	6.5	7.0				7.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.5	8.0	9.5	12.5	20.0	24.0	27.0	32.0	6.5	6.5	6.5	7.0			
20	9.0	9.0	10.5	14.5	15.0	16.5	19.5	8.0	8.0	9.5	14.0	14.5	16.0	16.5	7.0	7.0	11.0	14.0	15.0	16.5	19.0	6.5	6.5	7.5	9.0	9.5	10.0	11.5
21	8.0	8.0	9.0	13.0	13.5	15.0	16.5	8.5	8.5	11.0	14.5	15.5	18.0	20.0	6.0	6.0	6.5	7.5				8.0	8.0	9.0	12.0	13.0	14.3	16.0
22	6.5	6.5	7.0	7.0				7.0	7.0	8.0	9.0	9.5	10.0	11.5	7.5	7.5	10.0	17.0	18.5	20.0	24.0	9.0	9.0	9.5	14.0	16.0	16.5	17.5
23	7.0	7.0	7.0	7.0				8.0	8.0	10.0	12.5	13.0	14.0	17.5	6.5	6.5	9.5	13.0	14.0	15.5	18.0	6.5	6.5	7.5	9.0	9.5	11.0	12.0
24	7.0	7.0	7.5	9.0	10.0	12.0	13.0	9.0	9.0	11.0	14.0	15.5	16.5	19.0	6.5	7.0	9.5	13.5	14.0	16.0	18.0	7.0	7.0	7.0	8.5	9.0	11.5	12.0
25	8.0	8.0	9.5	13.5	14.0	16.5	18.0	7.5	7.5	8.0	8.5	8.5	10.0	11.0	7.0	7.0	9.5	11.0	12.0	12.5	14.0	6.5	6.5	7.0	8.0	8.5	10.0	10.5

Cuadro 15. Datos de las evaluaciones de número de hojas de *Phragmipedium boissierianum* (Rchb.f.) Rolfe.

R/D	T1		T2		T3		T4	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
1	3.0	3.0	3.0		4.0	5.0	3.0	4.0
2	4.0	5	4.0		3.0	5.0	3.0	
3	3.0	4.0	3.0		4.0	6.0	4.0	4.0
4	3.0		4.0	5.0	3.0		3.0	
5	3.0		3.0	5.0	3.0		3.0	
6	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0	6.0	3.0	3.0
7	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	7
8	4.0	5.0	3.0	5.0	4.0	6.0	3.0	2.0
9	3.0	5.0	4.0	6.0	3.0	4.0	3.0	3.0
10	3.0	3.0	3.0	5.0	3.0		4.0	5.0
11	4.0	5.0	3.0		3.0	5.0	3.0	4.0
12	4.0	7.0	3.0	3.0	3.0		3.0	3.0
13	3.0	4.0	4.0	6.0	3.0	5.0	4.0	5.0
14	3.0		3.0		3.0	5.0	3.0	4.0
15	3.0	2.0	3.0	5.0	4.0	6.0	3.0	
16	4.0	6.0	4.0	5.0	3.0	6.0	4.0	6.0
17	3.0		3.0	2.0	3.0	4.0	3.0	
18	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0	3.0	
19	3.0		3.0	4.0	3.0	5.0	3.0	
20	4.0	6.0	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	6.0
21	3.0	4.0	3.0	6.0	3.0		3.0	3.0
22	3.0		3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
23	3.0		3.0	4.0	3.0	5.0	4.0	4.0
24	3.0	4.0	4.0	6	4.0	6.0	3.0	3.0
25	4.0	7.0	3.0	5.0	3.0	4.0	4.0	3.0

Cuadro 16. Datos de las evaluaciones de cobertura de planta de *Phragmipedium boissierianum* (Rchb.f.) Rolfe.

R/D	T1		T2		T3		T4	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
1	56.0	102.5	27.0		62.5	180.0	60.0	100.0
2	62.5	115.5	40.0		50.0	168.0	36.0	
3	75.0	157.5	44.0		90.0	201.0	66.0	87.5
4	27.0		40.0	108.0	36.0		46.0	
5	42.0		65.0	161.0	31.5		40.0	
6	62.5	105.0	56.0	320.0	55.0	135.0	36.0	50.0
7	36.0	46.0	44.0	88.0	31.5	100.0	63.0	75.0
8	50.0	97.5	90.0	157.5	69.0	168.0	46.0	76.0
9	48.0	100.0	40.0	108.0	40.0	97.5	55.0	105.0
10	40.0	56.0	57.5	168.0	42.0		60.0	111.0
11	42.0	87.0	44.0		55.0	115.0	50.0	54.0
12	60.0	225.0	60.0	150.0	40.0		40.0	44.0
13	40.0	42.0	52.5	126.0	60.0	132.0	60.0	72.5
14	44.0		27.0		63.0	153.0	40.0	40.5
15	40.0	24.0	60.0	107.5	44.0	150.0	52.5	
16	66.0	122.5	65.0	100.0	72.0	120.0	84.0	174.0
17	36.0		28.5	64.0	36.0	70.0	48.0	
18	50.0	90.0	50.0	129.0	57.5	162.0	46.0	
19	52.5		60.0	82.5	28.5	70.0	28.5	
20	50.0	95.0	84.0	156.0	42.0	47.5	60.0	108.0
21	55.0	75.0	55.0	108.0	44.0		36.0	30.0
22	40.0		28.5	70.0	54.0	129.0	48.0	40.0
23	36.0		40.0	62.0	42.0	112.5	57.5	44.0
24	50.0	62.5	50.0	77.5	48.0	115.0	38.0	21.0
25	48.0	123.0	27.0	56.0	40.0	70.0	30.0	31.5