

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



“DOS FRECUENCIAS DE RIEGO EN *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* Y *Asparagus setaceus* EN CUATRO DIFERENTES SUSTRATOS PARA JARDINES VERTICALES”

PRESENTADO POR:

EDGAR SANTIAGO ALIAGA LÁRTIGA

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

LIMA - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“DOS FRECUENCIAS DE RIEGO EN *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus* EN CUATRO DIFERENTES SUSTRATOS PARA JARDINES VERTICALES”

Presentado por:
EDGAR ALIAGA LÁRTICA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
PRESIDENTE

Ing. José Palacios Vallejo
PATROCINADOR

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. Ruby Vega Ravello
MIEMBRO

Lima - Perú
2015

A mis padres, por estar conmigo en todos los momentos de mi vida, por su entrega y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial para mi patrocinador, amigo y guía, Ing. José Palacios Vallejo, por su constante ayuda, consejo y enseñanza durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, mi alma mater, a sus excelentes catedráticos y en especial a los miembros del jurado de la presente tesis, los profesores: Andrés Casas Díaz, Saray Siura Céspedes y Ruby Vega Ravello.

A todos mis amigos y las personas que de una u otra forma colaboraron o participaron en la realización de la presente, para ellos mis más sinceros agradecimientos.

INDICE GENERAL

RESUMEN

SUMMARY

I. INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 PARED VERDE O JARDÍN VERTICAL	4
2.1.1 Fachadas Verdes	5
2.1.2 Muros Verdes	7
2.2 BENEFICIOS DE UN JARDÍN VERTICAL.....	9
2.3 SUSTRATOS PARA JARDINES VERTICALES	12
2.3.1 Material Orgánico.....	13
2.3.2 Materiales Inorgánicos.....	17
2.3.3 Material Vegetal:	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 LUGAR Y FECHA.....	27
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	27
3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	28
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y EVALUACIONES	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	38
V. CONCLUSIONES.....	76
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
VIII. ANEXOS	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de Espalderas	6
Figura 2: Sistema de Cables	6
Figura 3: Sistema Modular	8
Figura 4: Sistema de Fieltro	8
Figura 5: Diferentes cv. de <i>Asparagus setaceus</i>	26
Figura 6: Pared Verde antes de instalación. Formada por 4 mantas de 16 bolsillos cada una	33
Figura 7: Instalación de <i>S. farinacea</i>	35
Figura 8: Instalación de <i>O. ecklonis</i>	35
Figura 9: Instalación de <i>A. setaceus</i>	36
Figura 10: Supervivencia en <i>S. farinacea</i> , evaluación final	39
Figura 11: Pobre desarrollo radicular en <i>S. farinacea</i>	48
Figura 12: Floración en <i>O. ecklonis</i> , riego 7 días (izq.) y riego 14 días (der.)	53
Figura 13: Distribución radicular por sustrato, orden: Vermiculita, Perlita, Sustrato Comercial y Vermiculita	61
Figura 14: <i>O. ecklonis</i> regado cada 7 días, a lo largo de 3 semanas	64
Figura 15: <i>O. ecklonis</i> regado cada 14 días, a lo largo de 6 semanas	64
Figura 16: Cobertura <i>Esparagus setaceus</i> frecuencia de riego 7 días(izq) y 14 días (der)..	70
Figura 17: Desarrollo radicular en <i>A. setaceus</i> . Orden: Piedra Pómez, Sustrato Comercial, Perlita y Vermiculita	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ahorro de Energía (Calculado en Termo 8.0 Software (Oteele, 2011), en calefacción, enfriamiento y descenso de temperatura para climas mediterráneos y templados (Alexandri y Jones, 2008).....	11
Tabla 2: Propiedades Químicas de la Turba (UNALM)	14
Tabla 3: Propiedades químicas de la Fibra de Coco (Raviv y Lieth, 2008).....	15
Tabla 4 Propiedades Químicas de la Fibra de Coco (Macronutrientes)	15
Tabla 5: Propiedades Químicas de la Fibra de Coco (Micronutrientes)	16
Tabla 6: Composición química de la Perlita, expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)	18
Tabla 7: Composición química de la Vermiculita, expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)	18
Tabla 8: Propiedades Químicas de la Piedra Pómez de diferentes fuentes (Raviv y Lieth, 2008)	19
Tabla 9: Composición química de la Piedra Pómez expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)	19
Tabla 10: Propiedades Químicas de los Sustratos puestos en prueba (Elaboración propia).....	28
Tabla 11: Densidad aparente (g/cm ³) de los Sustratos puestos en prueba (Elaboración propia)	29
Tabla 12: Propiedades Físicas de la Mezcla de Sustratos (Elaboración propia)	30
Tabla 13: Supervivencia (%) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento.	39
Tabla 14: Supervivencia (%) en <i>S. farinacea</i> por sustrato.....	40
Tabla 15: Supervivencia (%) en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego	40
Tabla 16: Número de flores en <i>S. farinacea</i> por tratamiento	41
Tabla 17: Número de Flores en <i>S. farinacea</i> por sustrato.....	42
Tabla 18: Número de flores en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego	42
Tabla 19: Crecimiento (cm) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento.....	43
Tabla 20: Crecimiento (cm) en <i>S. farinacea</i> por sustrato	43
Tabla 21: Crecimiento (cm) en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego.....	44
Tabla 22: Variación de cobertura (%) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento	44
Tabla 23: Variación de cobertura (%) en <i>S. farinacea</i> por sustratos	45
Tabla 24: Variación de cobertura (%) en <i>S. farinacea</i> por frec. de riego	45
Tabla 25: Variación de peso (g) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento.....	46
Tabla 26: Variación de peso (g) en <i>S. farinacea</i> por sustratos.....	47
Tabla 27: Variación de peso (g) en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego.....	47
Tabla 28: Peso fresco de raíz (g) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento.....	47
Tabla 29: Peso fresco de raíz (g) en <i>S. farinacea</i> por sustratos.....	48
Tabla 30: Peso fresco de raíz (g) en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego.....	49
Tabla 31: Materia seca (%) en <i>S. farinacea</i> por tratamiento.....	49
Tabla 32: Materia seca (%) en <i>S. farinacea</i> por sustratos.....	50
Tabla 33: Materia seca (%) en <i>S. farinacea</i> por frecuencia de riego.....	50
Tabla 34: Supervivencia (%) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento.....	51
Tabla 35: Supervivencia (%) en <i>O. ecklonis</i> por sustrato	51
Tabla 36: Supervivencia (%) en <i>O. ecklonis</i> por frec. De riego	51
Tabla 37: Número de flores en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento	52
Tabla 38: Número de flores en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	54
Tabla 39: Número de flores en <i>O. ecklonis</i> por sustrato	54
Tabla 40: Crecimiento (cm) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento	56

Tabla 41: Crecimiento (cm) en <i>O. ecklonis</i> por sustrato.....	56
Tabla 42: Crecimiento (cm) en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	57
Tabla 43: Variación de cobertura (%) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento	58
Tabla 44: Variación de cobertura (%) en <i>O. ecklonis</i> por sustratos	58
Tabla 45: Variación de cobertura (%) en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	59
Tabla 46: Variación de peso (g) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento	59
Tabla 47: Variación de peso (g) en <i>O. ecklonis</i> por sustratos	59
Tabla 48: Variación de peso (g) en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	60
Tabla 49: Peso fresco de raíz (g) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento.....	60
Tabla 50: Peso fresco de raíz (g) en <i>O. ecklonis</i> por sustratos.....	61
Tabla 51: Peso fresco de raíz (g) en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	61
Tabla 52: Materia seca (%) en <i>O. ecklonis</i> por tratamiento	62
Tabla 53: Materia seca (%) en <i>O. ecklonis</i> por sustratos	63
Tabla 54: Materia seca (%) en <i>O. ecklonis</i> por frecuencia de riego	63
Tabla 55: Supervivencia (%) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento.....	65
Tabla 56: Supervivencia en <i>A. setaceus</i> por sustrato.....	65
Tabla 57: Supervivencia (%) en <i>A. setaceus</i> por sustrato	66
Tabla 58: Crecimiento (cm) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento	66
Tabla 59: Crecimiento (cm) en <i>A. setaceus</i> por sustrato.....	67
Tabla 60: Crecimiento (cm) en <i>A. setaceus</i> por frecuencia de riego	67
Tabla 61: Variación de cobertura (%) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento	68
Tabla 62: Variación de cobertura (%) en <i>A. setaceus</i> por sustratos	69
Tabla 63: Variación de cobertura (%) en <i>A. setaceus</i> por frecuencia de riego	69
Tabla 64: Variación de peso (g) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento	71
Tabla 65: Variación de peso (g) en <i>A. setaceus</i> por sustratos	71
Tabla 66: Ganancia de peso (g) en <i>A. setaceus</i> por frecuencia de riego.....	72
Tabla 67: Peso fresco de raíz (g) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento.....	72
Tabla 68: Peso fresco de raíz (g) en <i>A. setaceus</i> por sustratos.....	73
Tabla 69: Peso fresco de raíz (g) en <i>A. setaceus</i> por frecuencia de riego	74
Tabla 70: Materia seca (%) en <i>A. setaceus</i> por tratamiento	75
Tabla 71: Materia seca (%) en <i>A. setaceus</i> por sustratos.....	75
Tabla 72: Materia seca (%) en <i>A. setaceus</i> por frecuencia de riego	75

INDICE DE ANEXOS

1.	Data meteorológica: Temperatura	85
2.	Data meteorológica: Humedad relativa.....	88
3.	Data meteorológica: Presión atmosférica.....	91
4.	Anva : Variación de cobertura en <i>S. farinacea</i> a los 30 días.....	94
5.	Anva : Variación de cobertura en <i>S. farinacea</i> a los 60 días.....	94
6.	Anva : Variación de cobertura en <i>S. farinacea</i> a los 90 días.....	94
7.	Anva : Variación de cobertura en <i>S. farinacea</i> al final del ensayo.....	94
8.	Anva: Numero de Flores en <i>S. farinacea</i> a los 30 días.....	95
9.	Anva: Numero de Flores en <i>S. farinacea</i> a los 60 días.....	95
10.	Anva: Numero de Flores en <i>S. farinacea</i> a los 90 días.....	95
11.	Anva: Numero de Flores en <i>S. farinacea</i> al final del ensayo.....	95
12.	Anva: Crecimiento en <i>S. farinacea</i> a los 30 días.....	96
13.	Anva: Crecimiento en <i>S. farinacea</i> a los 60 días.....	96
14.	Anva: Crecimiento en <i>S. farinacea</i> a los 90 días.....	96
15.	Anva: Crecimiento en <i>S. farinacea</i> al final del ensayo.....	96
16.	Anva: Supervivencia en <i>S. farinacea</i> a los 30 días.....	97
17.	Anva: Supervivencia en <i>S. farinacea</i> a los 60 días.....	97
18.	Anva: Supervivencia en <i>S. farinacea</i> a los 90 días.....	97
19.	Anva: Supervivencia en <i>S. farinacea</i> al final del ensayo.....	97
20.	Anva: Variación de peso fresco en <i>S. farinacea</i>	98
21.	Anva: Peso fresco de raíz en <i>S. farinacea</i>	98
22.	Anva: Materia seca en <i>S. farinacea</i>	98
23.	Anva : Variación de cobertura en <i>O. ecklonis</i> a los 30 días.....	98
24.	Anva : Variación de cobertura en <i>O. ecklonis</i> a los 60 días.....	99
25.	Anva : Variación de cobertura en <i>O. ecklonis</i> a los 90 días.....	99
26.	Anva : Variación de cobertura en <i>O. ecklonis</i> al final del ensayo.....	99
27.	Anva: Numero de Flores en <i>O. ecklonis</i> a los 30 días.....	99
28.	Anva: Numero de Flores en <i>O. ecklonis</i> a los 60 días.....	100
29.	Anva: Numero de Flores en <i>O. ecklonis</i> a los 90 días.....	100
30.	Anva: Numero de Flores en <i>O. ecklonis</i> al final del ensayo.....	100
31.	Anva: Crecimiento en <i>O. ecklonis</i> a los 30 días.....	100
32.	Anva: Crecimiento en <i>O. ecklonis</i> a los 60 días.....	101
33.	Anva: Crecimiento en <i>O. ecklonis</i> a los 90 días.....	101
34.	Anva: Crecimiento en <i>O. ecklonis</i> al final del ensayo.....	101
35.	Anva: Supervivencia en <i>O. ecklonis</i> a los 30 días.....	101
36.	Anva: Supervivencia en <i>O. ecklonis</i> a los 60 días.....	102
37.	Anva: Supervivencia en <i>O. ecklonis</i> a los 90 días.....	102
38.	Anva: Supervivencia en <i>O. ecklonis</i> al final del ensayo.....	102
39.	Anva: Variación de peso fresco en <i>O. ecklonis</i>	102
40.	Anva: Peso fresco de raíz en <i>O. ecklonis</i>	103
41.	Anva: Materia seca en <i>O. ecklonis</i>	103
42.	Anva : Variación de cobertura en <i>A. setaceus</i> a los 30 días.....	103
43.	Anva : Variación de cobertura en <i>A. setaceus</i> a los 60 días.....	103
44.	Anva : Variación de cobertura en <i>A. setaceus</i> a los 90 días.....	104
45.	Anva : Variación de cobertura en <i>A. setaceus</i> al final del ensayo.....	104
46.	Anva : Crecimiento en <i>A. setaceus</i> a los 30 días.....	104
47.	Anva : Crecimiento en <i>A. setaceus</i> a los 60 días.....	104

48.	Anva : Crecimiento en <i>A. setaceus</i> a los 90 días	105
49.	Anva : Crecimiento en <i>A. setaceus</i> al final del ensayo	105
50.	Anva : Supervivencia en <i>A. setaceus</i> a los 30 días	105
51.	Anva : Supervivencia en <i>A. setaceus</i> a los 60 días	105
52.	Anva : Supervivencia en <i>A. setaceus</i> a los 90 días	106
53.	Anva : Supervivencia en <i>A. setaceus</i> al final del ensayo	106
54.	Anva : Variación de peso fresco en <i>A. setaceus</i>	106
55.	Anva : Peso fresco de raíz en <i>A. setaceus</i>	106
56.	Anva : Materia seca en <i>A. setaceus</i>	107

RESUMEN

El presente trabajo, tiene por objetivo probar 4 sustratos para jardines verticales, Mezclas de Turba (*Distichia muscoide*) en combinación con diferentes proporciones de perlita, piedra pómez y vermiculita y finalmente un sustrato comercial (Viveros Chaclacayo). Los sustratos fueron elegidos tras realizar pruebas de laboratorio, eligiendo aquellos en que sus características más se aproximaron a las descritas por la literatura como las más adecuadas para el uso como medios de crecimiento en jardines verticales (densidad aparente baja, retención de humedad alta, porosidad alta y drenaje alto). La prueba se realizó en 3 especies vegetales, *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus*, de alta, media y baja demanda hídrica respectivamente. Sometiéndolas a 2 frecuencias de riego, cada 7 y 14 días. Se evaluó durante el desarrollo del presente trabajo: Supervivencia, crecimiento, floración y variación de cobertura. Al final del ensayo se evaluó la variación de peso fresco total de la planta, peso de la raíz y porcentaje de materia seca. Al concluir todas las evaluaciones mencionadas, en el caso de *Salvia farinacea* ningún tratamiento presentó resultados positivos, existiendo gran mortandad en todos los tratamientos, la frecuencia de riego cada 7 días fue demasiado distanciada para satisfacer las necesidades hídricas de esta especie. En el caso de *Osteospermum ecklonis*, la frecuencia de riego que presentó los mejores resultados fue cada 7 días, pudiendo incluso ser más corta, en cuanto a los sustratos, ninguno destacó por sobre los demás. Para *Asparagus setaceus*, la frecuencia de riego cada 7 días fue la que presentó los mejores resultados. En cuanto a los sustratos, fueron las mezclas de musgo con vermiculita y musgo con piedra pómez las que presentaron los mejores resultados.

Palabras clave: Jardines verticales, frecuencia de riego, sustrato, horticultura ornamental.

SUMMARY

This paper has the objective of testing 4 different growing mediums for vertical gardens, mixes of moss (*Distichia muscoide*) with different percentage of perlite, vermiculite and pumice and also a commercial growing medium (Viveros Chaclacayo). Growing mediums were selected after laboratory trials, choosing those in which it's characteristics approached the most to what literature describes as the best growing medium for vertical gardens. Growing mediums were selected after laboratory trials, choosing those in which it's characteristics approached the most to what literature describes as the best growing medium for vertical gardens. Tests were conducted in 3 different vegetal species, *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* and *Asparagus setaceus*, with high, medium and low water demand respectively. Using two irrigation frequencies, 7 and 14 days apart each. During this trial, following evaluations were conducted: Survival, growing, flowering and coverage change. At the end, fresh weight, root weight and dry matter content was evaluated. After considering results from all the evaluations, in *Salvia farinacea* neither treatment got positive results, high dead rates in all treatments, even 7 day irrigation frequency was too much apart to satisfy water demand in this case. *Osteospermum ecklonis*, 7 day irrigation frequency got the best results, for growing mediums, moss mixed with pumice, vermiculite and the commercial growing medium got the best results. In *Asparagus setaceus*, 7 day irrigation frequency showed the best results. In growing mediums, It was the moss mixed with vermiculite and pumice which got the best results.

Key words: Vertical garden, irrigation frequency, growing medium, ornamental horticulture.

I. INTRODUCCION

Los jardines verticales son una nueva opción dentro de la Horticultura Ornamental y en la especialidad de Paisajismo y Diseño Urbano. Es una alternativa que se encuentra en un rápido proceso de crecimiento a nivel nacional y mundial.

Esta especialidad ha generado gran interés en la industria de la construcción y en los habitantes de muchas ciudades importantes del mundo. Esto debido a que las áreas verdes (parques y jardines) en la ciudad son cada vez más escasas y los jardines verticales surgen como una posibilidad de generar nuevos espacios verdes, que puedan brindar beneficios para el medio ambiente, la salud humana y el bienestar mental sin comprometer grandes áreas de superficie.

En la ciudad de Lima, y en las grandes ciudades de la costa en general, esta especialidad es una gran oportunidad de realizar un mejor aprovechamiento del espacio en una ciudad donde la disponibilidad de superficies para el desarrollo de proyectos es cada vez más limitada.

Los desafíos que tendrá que superar para establecerse como una opción sostenible son grandes, ya que genera una demanda de agua adicional, en una zona donde ya de por sí este es un insumo escaso. De igual manera, la elección de los medios de crecimiento es un punto bastante delicado, ya que estos deben de cumplir con los requisitos de ser adecuados para el desarrollo de plantas, con una baja densidad aparente, una mediana capacidad de retención de humedad y ser de bajo costo.

Por otro lado, la elección del material vegetal también es un aspecto importante, ya que no todas las especies ornamentales, se adaptan a ser sembradas en jardines verticales, debido a que las condiciones para su desarrollo cambian drásticamente; sobre todo en el medio de crecimiento (propiedades físicas y químicas), el volumen de medio limitado para desarrollo radicular y el régimen de riego.

En vista de esta problemática, por la cual, para el establecimiento de un jardín vertical se deben de considerar múltiples factores es que se planteó este ensayo, con el objetivo de determinar cuál es el sustrato adecuado para el desarrollo de tres especies ornamentales con diferentes necesidades de agua: *Salvia farinacea* (Demanda hídrica alta), *Osteospermum ecklonis* (Demanda hídrica media) y *Asparagus setaceus* (Demanda hídrica baja), bajo condiciones de riego limitadas.

Los resultados obtenidos deberán generar nueva información que pueda ser aprovechada para el establecimiento comercial de jardines verticales y darán una idea de cuál es el sustrato que pueda cumplir con las expectativas puestas al momento su implementación.

OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de dos frecuencias de riego para el crecimiento y desarrollo de tres especies ornamentales en cuatro distintos tipos de sustrato para jardines verticales.

Específico

Determinar el efecto del uso de cuatro diferentes sustratos sobre el crecimiento, desarrollo y apariencia de las especies: *Salvia farinácea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus*.

Determinar el efecto de dos frecuencias de riego sobre el crecimiento de tres especies con diferentes demandas hídricas: *Salvia farinácea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus*.

Determinar el método adecuado de establecimiento y régimen de riego para *Salvia farinácea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus* en jardines verticales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El concepto de jardín vertical data de 600 A.C. con los Jardines Colgantes de Babilonia. El jardín vertical moderno que integra la hidroponía fue inventado por Stanley Hart White en la Universidad de Urbana-Champaign entre 1931 y 1938. White tuvo la primera patente conocida para un jardín vertical o muro verde y conceptualizó este nuevo tipo de jardín como una solución al problema del diseño de jardines modernos (Hindle, 2012).

Los jardines verticales ofrecen el potencial de incorporar a la arquitectura tradicional, la forma más antigua de jardinería vertical que data de hace 2000 años en la región mediterránea, pero también de incorporar materiales y tecnología avanzada para promover edificios sostenibles (Köhler, 2008). Es un buen ejemplo de combinar la naturaleza y edificios (enlazando diferentes funciones) con el fin de atender problemas ambientales en espacios densamente urbanizados (Bohemen, 2005)

Un jardín vertical es un muro, que puede estar libre o ser parte de un edificio y que está parcial o totalmente cubierto de vegetación. En algunos casos, en suelo o en un medio de crecimiento inorgánico (Hindle, 2012).

Los jardines verticales se encuentran usualmente en ambientes urbanos donde las plantas reducen la temperatura promedio del edificio. “La principal causa del calor acumulado en las ciudades es la insolación, la absorción de radiación solar por caminos y edificios en la ciudad y el almacenamiento de este calor y la subsecuente liberación de este. Por otro lado, las superficies cubiertas por plantas, no se elevan a más de 4-5°C sobre la temperatura ambiente y a veces incluso están más frías (Ong, 2003).

2.1 PARED VERDE O JARDÍN VERTICAL

La “Pared Verde”, comúnmente conocida como “Jardín Vertical”, se refiere a toda forma donde existe vegetación sobre la superficie de una pared. La “Pared Verde”, de acuerdo a la tecnología utilizada, se puede dividir en dos categorías: Fachadas Verdes y Muros Verdes (Palacios, 2014).

2.1.1 Fachadas Verdes

Las Fachadas Verdes son un tipo Pared Verde donde plantas trepadoras o colgantes son manejadas para cubrir estructuras de soporte especialmente diseñadas. Las plantas enraízan en suelo, en la base de estas estructuras, en maceteros o incluso en techos. Las plantas suelen tardar 3 a 5 años antes de lograr la cobertura total. Las Fachadas Verdes pueden ser fijadas sobre paredes existentes o construidas como estructuras independientes (cercos o columnas).

Plantas trepadoras como la hiedra (*Hedera hélix*), han sido utilizadas comúnmente para crear paredes verdes. La estructura de su raíz (disco adhesivo) les permite conectar directamente a una pared, cubriendo toda la superficie. Estas plantas agresivas pueden dañar las paredes y/o crear dificultades en el mantenimiento del edificio.

Las innovaciones tecnológicas en Europa y América del Norte han permitido el desarrollo de diversos tipos de enrejados, paneles rígidos y sistemas de cable como apoyo a estas plantas trepadoras, para mantenerlas alejadas de las paredes y otras superficies construidas (Palacios, 2014).

Los dos sistemas de fachadas verdes que se utilizan con frecuencia son: el panel enrejado modular y el cable and Wire-Net cuerda sistemas. Cada uno de estos sistemas se describe a continuación.

1. Sistema de Espaldera

La piedra angular de este sistema es un panel rígido y ligero, hecho de alambre de acero galvanizado, que soporta el peso de las plantas sobre el enrejado. Este sistema está diseñado para mantener una Fachada Verde fuera de la superficie de la pared, para evitar que el material vegetal se adhiera a la construcción y proporcione un soporte para el crecimiento de las plantas a través de sus zarcillos, lo que ayuda a mantener la integridad de las paredes. Debido a que las espalderas son rígidas, también pueden ser ubicadas entre estructuras o pueden ser utilizadas como estructuras independientes (Palacios, 2014).

2. Sistemas de Cable y Cuerdas de Metal

Los sistemas de cables y cuerdas de metal se usan solos o en red. Los cables individuales se han diseñado para soportar plantas de rápido crecimiento y de follaje denso. Las redes de metal se utilizan a menudo para apoyar plantas de crecimiento más lento, que necesitan un mayor soporte que se da a través intervalos más estrechos. Esto les da mayor flexibilidad y le proporcionan un mayor grado de aplicaciones de diseño que los cables. Ambos sistemas utilizan cables de acero de alta resistencia, anclas y equipo complementario. Los diversos tamaños y diseños pueden ser acomodados de una manera flexible. Los cables metálicos, verticales y horizontales, conectados a través de abrazaderas transversales. (Palacios, 2014).



Figura 1: Sistema de Espalderas



Figura 2: Sistema de Cables

2.1.2 Muros Verdes

Son sistemas compuestos por paneles pre-sembrados, módulos verticales o mantas que se fijan verticalmente a una pared o a un marco estructural. Estos paneles pueden ser de plástico, poliestireno expandido o tejido sintético, pudiendo soportar una gran diversidad y cantidad de especies (por ejemplo, una mezcla de helechos, arbustos perennes, flores y plantas comestibles).

Debido a la diversidad y la densidad de vegetación, estos Muros Verdes necesitan de un mantenimiento intensivo (aporte de nutrientes para el crecimiento de las plantas). Hay diferentes tipos, pero la principal diferencia está en si son de interior o de exterior (Palacios, 2014).

1. Sistema Modular

Este sistema surgió, en parte, a través del uso de los módulos utilizados en techos verdes, pero con varias innovaciones tecnológicas. Los sistemas modulares consisten en placas cuadradas o rectangulares, que contienen el medio de crecimiento que soporta al material vegetal. La composición de este medio de crecimiento debe ser adaptado de acuerdo a la combinación de plantas seleccionadas y a los objetivos del diseño. La mayor parte de las necesidades de nutrientes para las plantas se encuentran en los medios de crecimiento dentro de los módulos. El sistema de riego se ubica a diferentes niveles a lo largo de la pared, utilizando la gravedad para mover el agua a través de los medios de crecimiento. Los sistemas modulares son a menudo pre-cultivados, para proporcionar un efecto 'instantáneo' al finalizar la instalación (Palacios, 2014).

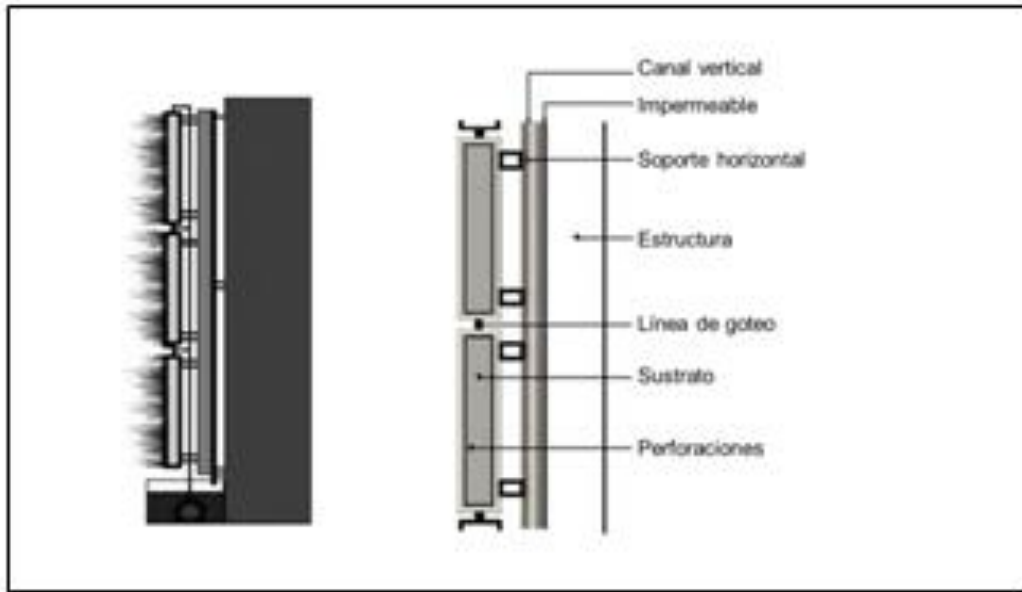


Figura 3: Sistema Modular

2. Sistema de Filtro

Este tipo de “Muro Verde” fue creado por Patrick Blanc. Está compuesto por dos capas de tejido sintético con bolsillos, que le da soporte físico a las plantas y al medio de cultivo. Las paredes de fieltro se apoyan en un marco y en una lámina impermeable, colocada contra la pared del edificio debido a su alto contenido de humedad.

Los nutrientes se distribuyen principalmente a través de un sistema de riego que aporta el agua a través de la parte superior del sistema (Palacios, 2014).

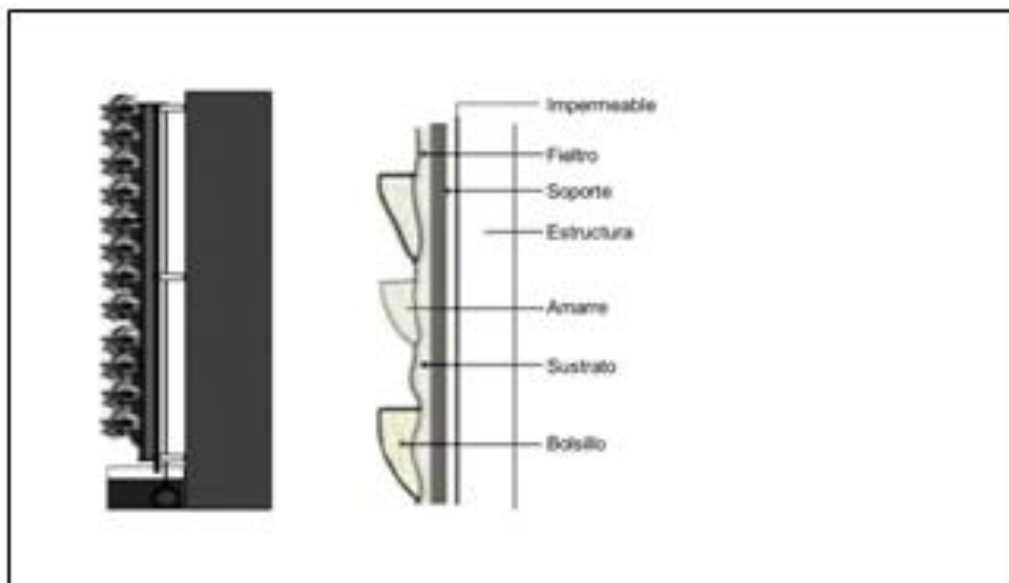


Figura 4: Sistema de Filtro

2.2 BENEFICIOS DE UN JARDÍN VERTICAL

Los beneficios a gran escala se refieren principalmente a la calidad del aire y vida urbana nativa (biodiversidad) y la mitigación del efecto isla de calor urbana (Köhler, 2008).

Los beneficios son estéticos, ambientales y económicos, incluso se pueden llegar a relacionar. El “verdear” mejora la estética visual y social del área urbana, que tiene una gran influencia en el valor económico del edificio o vecindario y en mejorar la salud humana. El verde urbano es ampliamente reconocido como terapéutico con gran número de estudios avalando esto, por ejemplo, pacientes con un ambiente “verde” afuera de la ventana, se recuperan más rápido que aquellos que no lo tienen (Dunnet et al., 2004; Ulrich et al., 1986).

La calidad del aire se ve mejorada principalmente debido a la capacidad de absorber gases como dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y dióxido de azufre (SO₂). El dióxido de carbono es usado por las plantas en fotosíntesis para crear oxígeno y biomasa, dióxidos de nitrógeno y azufre son convertidos en nitratos y sulfatos en el tejido vegetal. Las partículas de polvo fina, especialmente las más pequeñas (<10µm) se adhieren a las plantas (Ottelé et al., 2010, Stenberg et al., 2010) por lo tanto las plantas actúan como un buffer aéreo. Partículas de polvo menores a 2.5µm pueden ser perjudiciales en un ambiente altamente poblado y causar daño a la salud humana (Powe et al., 2004).

El fenómeno de isla de calor urbana (UHI) puede causar que la temperatura en las ciudades sea de 2 a 5°C más alta que las áreas rurales vecinas, principalmente se debe a la cantidad de superficies artificiales en comparación con la cobertura natural (Taha, 1997, Onishi et al, 2010). Superficies con vegetación que intercepta la radiación, reducen el calentamiento de superficies duras. Las plantas absorberán gran parte de la radiación solar para su crecimiento y funciones biológicas. Cantidades significativas de radiación son usadas en fotosíntesis y evapotranspiración (Krusche et al., 1982).

Entre el 5 – 30% de la radiación solar remanente pasa a través de las hojas y afecta al clima del edificio. En el área urbana, el impacto de evapotranspiración y sombra de plantas pueden significativamente reducir el calor que sería re-radiado por fachadas y superficies duras. Un estudio conducido por Onishi et.al. (2010) muestra una reducción de temperatura de 2 a 4 °C debido al cubrimiento de áreas con árboles.

Los jardines verticales ayudan a formar corredores biológicos urbanos, que contribuyen a reducir contaminantes aéreos gaseosos como NO₂, SO₂, CO₂, partículas de polvo

atmosférico, contaminantes del suelo e incluso la contaminación sonora. Fenómeno conocido como Fitorremediación. Incluso investigaciones recientes en psicología ambiental revelan que estos espacios verdes inciden poderosamente en la salud psíquica de los ciudadanos, llegando a potenciar los aspectos más positivos de su desarrollo personal (Escrivá, 2011).

La integración de vegetación en edificios, a través de techos verdes o jardinería vertical, permite obtener una mejora relevante de la eficiencia del edificio, beneficios ecológicos y ambientales, y puede ser una oportunidad para realizar más “forestaría urbana”. Los beneficios obtenidos gracias al uso de vegetación son objetivo de estudio y de investigación desde 1970 (Bellomo, 2003). Durante este periodo los primeros proyectos que giraban en torno a la naturaleza y el ambiente emergieron, trabajos como del grupo SITE, Emilio Ambasz, Rudolf Doemach y Oswald Mathias Ungers. (Bellomo, 2003).

Considerando el concepto de sostenibilidad, las construcciones son responsables de casi el 40% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. Lo que se define como sostenible o eco-arquitectura, representa un intento de responder a problemas ambientales globales y a reducir el impacto ambiental de la industria de la construcción, que incluye el uso de recursos naturales, la emisión de CO₂ y otros gases invernadero (Pulselli et al., 2006).

Además de los beneficios ambientales antes descritos, eventualmente no está claro si estos sistemas son sostenibles, debido a los materiales, mantenimiento, nutrientes y agua requeridos. La sostenibilidad puede ser definida como la propiedad general de un material o producto que indica si este cumple y hasta que extensión cumplen con los requerimientos de una aplicación en específico. Estos requerimientos, relacionados al aire, suelo y agua, tienen influencia en el bienestar y salud de criaturas vivientes, el uso de materias primas y energía, así como también consecuencias en el paisaje, creación de desperdicios, y perjuicios al ambiente que lo rodea (Hendriks et al., 2000).

Un análisis de ciclo de vida puede ser una herramienta efectiva para evaluar la sostenibilidad de un elemento de un edificio, respetando el balance entre la carga ambiental y los posibles beneficios. Un estudio conducido por Ottelé et al. (2011), con respecto al ciclo vital de 4 sistemas de “verdeo”, muestra el perfil de carga ambiental en relación con los ahorros de energía por aire acondicionado y calefacción (Tabla 1). Es una estimación de efectos a micro escala, considerando 4 sistemas: Crecimiento directo (a), crecimiento indirecto (b), un LWS con envases (c) y un LWS con capas de fieltro. (LWS=Living Wall System (Sistema de Pared Viva)).

Tabla 1. Ahorro de Energía (Calculado en Termo 8.0 Software (Oteele, 2011), en calefacción, enfriamiento y descenso de temperatura para climas mediterráneos y templados (Alexandri y Jones, 2008)

Sistema	Beneficios	Clima mediterráneo	Clima templado
Crecimiento directo	Energía ahorrada en calefacción	1.2%	1.2%
	Descenso en temperatura	4.5°C	2.6°C
	Energía ahorrada en enfriamiento	43%	---
Crecimiento indirecto	Energía ahorrada en calefacción	1.2%	1.2%
	Descenso en temperatura	4.5°C	2.6°C
	Energía ahorrada en enfriamiento	43%	---
LWS envases	Energía ahorrada en calefacción	6.3%	6.3%
	Descenso en temperatura	4.5°C	2.6°C
	Energía ahorrada en enfriamiento	43%	---
LWS capa fieltro	Energía ahorrada en calefacción	4%	4%
	Descenso en temperatura	4.5°C	2.6°C
	Energía ahorrada en enfriamiento	43%	---

La aplicación de vegetación como una piel vertical puede cambiar drásticamente la estética y tener una influencia positiva en la comodidad dentro y alrededor del edificio en cuestión (Bellomo, 2003). Los beneficios ecológicos y ambientales incluyen una mejora de calidad del aire y la reducción de la polución, principalmente relacionado a la reducción de niveles de polvo fino (Ottelé et al., 2010), aumento de la biodiversidad, la reducción del efecto de

isla de calor en áreas urbanas debido a la menor cantidad de re-radiación gracias a las fachadas verdes y la humedad afectada por la evapotranspiración de las plantas, generando indirectamente ahorro de energía para el edificio.

De hecho, el medio de crecimiento y la planta misma prevén la insolación y proveen de sombra, que pueden reducir, especialmente en zonas mediterráneas, energía para enfriar el ambiente y la comodidad dentro y fuera del edificio (Wong et al., 2009).

2.3 SUSTRATOS PARA JARDINES VERTICALES

Los sustratos para jardines verticales deben presentar, como mínimo, las siguientes características:

1. Peso

El sustrato elegido debe pesar lo menos posible, es decir presentar baja densidad aparente, ya que habrá de considerar “la carga” o “peso” que deben soportar las paredes. Es por ello importante utilizar una mezcla de componentes con menor peso específico que la tierra negra fumífera, como por ejemplo, turba o compost de altísima calidad.

2. Drenaje

El sustrato que se utilice debe tener de alta a mediana capacidad de pasaje del agua por el mismo, de tal forma, que no se retenga el agua más allá de lo necesario y no se produzcan efectos negativos de pérdida de nutrientes por lavado de los mismos. Además, el agua retenida inútilmente aumenta el peso en forma considerable y permanente.

3. Nutrientes

El material orgánico utilizado debe de tener una buena capacidad de descomposición en las condiciones que se le va a brindar. Es la única manera de asegurar por un tiempo prolongado el aporte de los nutrientes necesarios, previo a tener que comenzar a fertilizar por agotamiento del sustrato. El uso de fertirriego compensa esta falta de nutrientes, además de que las materias orgánicas utilizadas no aportan nutrientes de manera significativa.

Estructura

Fundamental para que, con el correr del tiempo, no se compacte e impida el pasaje y la acumulación del agua en exceso (Economía y Viveros, 2013).

Dentro de los materiales a utilizar como sustratos en jardines verticales se debe considerar solo aquellos que cumplan con los requisitos antes mencionados. Dentro de los insumos más recomendados se tiene a los siguientes:

2.3.1 Material Orgánico

1. Turba (*Distichia muscoides*)

La turba es un producto orgánico derivado de la descomposición anaeróbica de vegetales que quedaron sumergidos bajo agua por varios milenios y se extrae de zonas de pantanos. Es un material orgánico con excelentes características para fabricar sustratos con gran porosidad y capacidad de retención de agua, lo que beneficia a las plantas (Flores et al., 2004). Suelen formarse en ecosistemas húmedos y ácidos donde se acumula gran cantidad de materia orgánica debido al bajo pH y oxígeno que reduce la actividad microbiana (Raviv y Lieth, 2008).

Los bofedales u onconales son formaciones altoandinas que generalmente ocupan terrenos inmediatos a lagunas o aguas de corriente lenta, en ellas el suelo está empapado en agua, completamente saturado, en estas vegas o sitios semipantanosos se desarrolla una vegetación higrófila siempre verde (Gómez, 1966) donde *Distichia muscoides* es el elemento dominante. Por su naturaleza, son lugares de pastoreo y éste se intensifica en la época de sequía (junio-octubre); por esta razón, muchas especies de plantas vulnerables tienden a desaparecer.

En los últimos 20 años, además se ha intensificado la extracción de la turbera de *Distichia*, para su utilización como combustible y fundamentalmente en la preparación de tierra vegetal en los viveros de Lima y otras ciudades del país (Flores et al., 2004).

Las propiedades físicas y químicas de esta turba pueden ser resumidos de la siguiente manera: porosidad de alrededor del 90%, alta capacidad de retención de humedad, pH ácido de alrededor de 4, esterilidad variable y una CIC aproximado de 180 meq/100g.

Tabla 2: Propiedades Químicas de la Turba (UNALM)

N %	P₂O₅ %	K₂O %	C.E. (dS/cm)	pH
0.78	0.76	0.89	1.06	5.8

2. Aserrín

El aserrín ha sido usado como un medio de crecimiento por si solo o en combinación con otros sustratos (Raviv et. al., 1986) Cuando usado por si solo es principalmente como reemplazo de piedra molida en bolsas. Su uso es común en Australia, Canadá, Nueva Zelanda y la costa del pacífico de los Estados Unidos. Normalmente el aserrín sin compostar no es viable debido a su fitotoxicidad (Mass y Adamson, 1972). El aserrín tiene un porcentaje muy alto de macroporos y un contenido muy bajo de agua disponible, debido al tamaño de las partículas (Raviv y Lieth, 2008).

El bajo contenido de agua disponible puede resultar en stress hídrico durante el crecimiento activo de la planta. Debido a la baja retención de humedad, la irrigación debe de ser de alta frecuencia y de bajo volumen. La densidad aparente del aserrín seco es baja, a razón de 124-154 g/L, químicamente tiene un pH neutro o moderadamente alto (6.3-7.7) y una conductividad eléctrica muy baja.

Un problema de este sustrato ha sido la alta inmovilización de Nitrógeno y el bajo contenido de lignina. En invernaderos, vegetales como tomates y cucurbitáceas han sido sembradas con buenos resultados usando aserrín con piedra molida, donde se encontró que medios de crecimiento donde existía de 50-80% de contenido de aserrín, tuvo crecimiento equivalente o superior a aquellas en que existió la misma concentración de turba *Sphagnum* en el mismo régimen de riego.

Se han reportado algunos resultados negativos, en viveros donde se buscó reemplazar por completo a la Turba, aunque normalmente estos resultados negativos suelen estar relacionados con un compostaje incompleto o insuficiente neutralización de sus efectos fitotóxicos (Raviv y Lieth, 2008).

3. Fibra de Coco

La fibra de coco es la capa gruesa del mesocarpo (capa media) del fruto del coco (*Cocos nucifera*), contiene en promedio 75% de fibra y 25% de material fino. Normalmente esta fibra es inmersa en agua para facilitar su molienda, pero este proceso puede aumentar los niveles de Na y Cl, influenciando la CE del sustrato (Raviv y Lieth, 2008).

Desde fines de los años 80, este material ha sido usado como un medio de crecimiento, la mayoría de este es exportado por Sri Lanka, Vietnam, India, Filipinas, México y Costa de Marfil).

Tabla 3: Propiedades químicas de la Fibra de Coco (Raviv y Lieth, 2008)

Propiedades Químicas de la Fibra de Coco		
pH	EC (mS*cm ⁻¹)	Referencia
4.9-6.4	0.17-2.32	Noguera et al. (2003)
5.6-6.9	0.13-1.26	Evans et al. (1996)
4.8-6.8	0.32-0.97	Meerow (1994)
5.5-5.7	0.80-1.90	Handreck (1993)
5.0-5.7	0.12-1.51	Prasad (1997)
4.9-6.6	0.32-0.41	Smith (1995)
6.0-6.7	0.2-0.4	Kipp et al. (2000)
5.9-6.1	0.2-0.9	Kipp et al. (2000)

Tabla 4 Propiedades Químicas de la Fibra de Coco (Macronutrientes) (Raviv y Lieth, 2008)

Propiedades Químicas de la Fibra de Coco - Macronutrientes solubles en agua (mgL ⁻¹)									
NH ₄ -N	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Na	Referencia
<1	<1	3-34	59-926	10-51	8-28	6-753	1-31	18-180	Noguera et al. (2003)
		0-25	10-368	7-10		5-724		10-46	Evans et al. (1996)
<1	<1	2.0-4.0	84-149	8-9	8-9		11-23	34-54	Meerow (1994)
0.9	0								Handreck (1993)
			4-468			5-246		49-105	Prasad (1997)
<10		1	60-102	<5.5	<2	91-169		31-81	Smith(1995)
			63-112			110-276		17-47	Konduru (1999)
		5-31	59-922	9-51	8-25	11-76	0-9	18-123	Abad (2002)
0	0-24	0-3	32-62	0-4	0-2	25-74	0-10	18-32	Kipp et al. (2000)
0	0-2	0-9	23-90	0-4	0-144	0-56		21-116	Kipp et al. (2000)
5	11	2	101			35	29		Van Doren (2001)

**Tabla 5: Propiedades Químicas de la Fibra de Coco (Micronutrientes)
(Raviv y Lieth, 2008)**

Propiedades Químicas de la Fibra de Coco - Micronutrientes solubles en agua (mgL⁻¹)					
Fe	Mn	B	Zn	Cu	Referencia
400-900	100	100-1000	70-1100	30-1100	Meerow (1994)
40-340	30-150	210-320	20-140	20-140	Noguera et al. (2003)
29-67	6	61-280	0-39	0-12	Kipp et al.(2000)
17-605	0-44	0-165	20-241	237	Kipp et al.(2000)
229	336	71	7	6	Van Doren(2001)

Al ser un producto natural que es procesado de varias formas, las propiedades químicas pueden variar considerablemente, las condiciones en que fue llevado el cultivo pueden tener efecto en las propiedades químicas del sustrato.

Cuando los niveles de cloro y potasio son altos en la fibra de coco, estos elementos deben de ser lavados del sustrato antes de que pueda ser usado como medio de cultivo (Raviv y Lieth, 2008).

Cuando en un inicio, se usó la fibra de coco como sustrato hortícola, el lavado se hacía con agua, luego se descubrió que el Potasio y Sodio estaban en forma intercambiable, así que ahora se hace el lavado con agua que contenga un catión, usualmente nitrato de calcio. Esto permite que estos elementos en exceso sean reducidos considerablemente. A esto se llama fibra de coco tratada.

Hay una gran variación en cuanto al pH de la fibra de coco, este valor puede oscilar entre 4.8 y 6.9, así como en la CE entre 0.17 a 1.51 dS/cm. Debido principalmente a los procesos a los que es sometido y al método de muestreo usado.

En cuanto a la porosidad, también existe una gran variación de valores, la concentración de partículas menores a 1 mm de diámetro tiene una alta correlación con la aeración y la disponibilidad de agua. Varios cultivos han sido probados usando fibra de coco como sustrato, y comparada con medios de crecimiento convencionales, por ejemplo se encontró que el número de flores de rosa fue 19% superior en fibra de coco que en el mix UC standard.

Y así gran número de plantas llevadas normalmente en macetas, se obtuvieron resultados iguales o mejores en fibra de coco que en Turba (Raviv y Lieth, 2008).

2.3.2 Materiales Inorgánicos

Los sustratos inorgánicos en jardines verticales deben de presentar la siguientes características:

- Densidad aparente baja
- Alta porosidad.
- Buena estructura.
- Permitir el anclaje de raíces.
- Buena retención de humedad y nutrientes.

Entre los sustratos inorgánicos usados en el presente trabajo tenemos:

1. Perlita

Es una roca volcánica silicia que triturada y calentada a 982°C, se expande hasta formar partículas blancas con numerosas celdas con aire encerrado. Tiene un peso que oscila entre 80 a 128 Kg por m³. El agua puede adherirse a la superficie, pero no es absorbida.

La perlita es estéril, químicamente inerte, tiene una CIC insignificante de 0,15 meq/100 cc, y casi neutra con un pH de 7,0 a 7,5. Su efecto sobre el pH del sustrato no es apreciable. No es afectada por la pasteurización.

Para uso hortícola el tamaño más usado es entre 1,58 a 3,18 mm. No tiene capacidad de intercambio iónico y no contiene nutrientes minerales. El tamaño más fino es útil como medio de germinación (Dirección de servicios de protección fitosanitaria, 2002).

Para una buena capacidad de intercambio catiónico, entonces, es esencial la mezcla con turba, vermiculita, corteza compostada, o con algún material con esta característica. Es un excelente aligerador de suelo, para proveer aireación y drenaje (Raviv y Lieth, 2008).

Tabla 6: Composición química de la Perlita, expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)

Composición química de la Perlita, expresada como Óxidos (%)							
Óxido	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Porcentaje	73.1	15.3	0.8	0.05	1.05	3.65	4.5

La perlita seca es un poco polvosa; es mezclada con facilidad con suelo y turba. Tiene la tendencia a flotar hacia la superficie de la mezcla durante el riego, pero no es un problema crítico para el crecimiento de las plantas. (Dirección de servicios de protección fitosanitaria, 2002)

2. Vermiculita

Es producida para propósitos industriales y hortícolas por el calentamiento de vermiculita mineral a temperatura de 745 a 1000°C. Las partículas de vermiculita expandida están compuestas por una serie de capas como placas con una muy alta capacidad de absorción de agua y nutrientes. La retención de nutrientes y agua ocurre en la superficie exterior y entre las capas de las partículas.

Tabla 7: Composición química de la Vermiculita, expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)

Composición química de la Vermiculita, expresada como Óxidos (%)				
Óxido	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃
Porcentaje	20-25	5-10	35-40	32-35

La densidad es baja 110 a 160 g/l. Esta propiedad liviana la hace muy deseable en sustratos para plantas en macetas. La capacidad de retención de agua de la vermiculita es alta por la extensa área superficial dentro de cada partícula. Las propiedades de aireación y drenaje también son buenas por los poros grandes entre las partículas.

La vermiculita es un componente muy deseable en un sustrato por su gran retención de humedad y nutrientes, buena aireación y baja densidad. La vermiculita expandida puede ser

comprimida con facilidad entre los dedos. Bajo el peso de sustratos con tierra, la vermiculita tiende a comprimirse, lo cual reduce mucho la aireación. Se rompe cuando es manipulada en condiciones húmedas. En consecuencia es mejor empleada para plantas en potes donde solo es usada una vez (Dirección de servicios de protección fitosanitaria, 2002).

3. Piedra Pómez

La piedra pómez es un producto de la actividad volcánica, usualmente se forma de lavas silícicas ricas en gases volátiles. Rápidas liberaciones de presión durante la erupción volcánica generaron expansiones de gas y la formación de materiales de baja densidad compuestos de alto porcentaje de cristal volcánico. La piedra pómez es común en zonas de alta actividad volcánica y sus propiedades físicas y químicas son afectadas por el diámetro del agregado (Raviv y Lieth, 2008).

Tabla 8: Propiedades Químicas de la Piedra Pómez de diferentes fuentes (Raviv y Lieth, 2008)

Propiedades físicas de la Piedra Pómez de diferentes fuentes				
Procedencia	Densidad aparente	Porosidad (%)	Poros con aire (%)	Agua disponible (%)
Islandia	0.4	85	40	5
Sicilia	0.7	70	27	4
Grecia	0.6	75	41	2

Tabla 9: Composición química de la Piedra Pómez expresada como óxidos (%) (Raviv y Lieth, 2008)

Composición Química de la Piedra Pómez expresada como Óxidos (%)							
Óxido	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Porcentaje	70-75	12-14	1-3	0.1-0.6	0.8-2	3-6	4-5

Posee una muy buena retención de humedad, además de una estabilidad física y durabilidad, desde el punto de vista biológico es completamente estéril. Posee un pH promedio de 6.4 (Mora, 1999).

Gracias a su composición físico-química, la piedra pómez es un sustrato perfecto para todo tipo de plantas. Tanto para usarla como elemento único (piedra pómez) o mezclado con otros materiales (Dirección de servicios de protección fitosanitaria, 2002).

2.3.3 Material Vegetal:

La elección de que especie vegetal instalar afecta la estética y funcionalidad de una fachada verde. Una planta siempre verde va a proteger al edificio de variadas condiciones ambientales, para nuestras condiciones debe de primar la selección de material vegetal tolerante a la falta de agua. Para otras condiciones, por ejemplo en climas mediterráneos del hemisferio norte, se puede elegir plantas estacionales, puesto que hay épocas en que el edificio no necesitará protección de radiación solar.

1. *Salvia farinacea*:

Salvia farinacea es una especie que provee a paisajistas de flores de muy buena presentación, estos se han inclinado al uso de estas flores en gran magnitud. Con gran variedad de color de flores las plantas se prestan para presentaciones muy elegantes que presentan floración a lo largo de todas las estaciones del año (Nau, 2011).

Es una planta nativa de Texas y México, de crecimiento poco vigoroso, presenta un tallo erecto con ramificaciones axilares, de floración axilar y terminal. Es propia de climas templados, de preferencia húmedos. Desarrolla bien en medios con buen drenaje y sombreados en parte. Aunque es tolerante a suelos pobres, es muy demandante de agua. Su altura puede llegar hasta los 90 cm de longitud (Missouri Botanical Garden, 2013).

Necesidades medio ambientales del cultivo:

Las mejores condiciones para el desarrollo de *Salvia farinacea* son sustratos de buen drenaje, con pH entre 5.5 a 6.2, temperaturas entre los 16-18°C durante el día y temperaturas mínimas de noche de 13°C. Es también muy demandante de fertilización, siendo lo más adecuado incluir de manera intercalada de 150 a 200 ppm de mezcla 20-20-20 en los riegos. Aunque se debe ser muy cuidadoso con la acumulación de sales, ya que esta especie es bastante sensible al exceso de sales en el sustrato (Nau, 2011).

Variedades:

Las principales variedades de *Salvia farinacea* son: “Victoria” de floración blanca y que puede llegar a 46-51 cm de alto. La variedad “Rhea” es de menor porte (30-36 cm) y de flores azuladas.

La selección norteamericana “Strata” presenta flores de color azul y blanco, otra variedad muy interesante es la “Evolution Deep Blue” de floración azulada y que llega a crecer hasta 46 cm (Nau, 2011).

Taxonomía:

Reino	Plantae
Subreino	Viridaeplantae
Infrareino	Streptophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Infradivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Genero	Salvia
Especie	<i>Salvia farinacea</i>

(Integrated Taxonomic Information Service, 2013)

2. *Osteospermum ecklonis*

Esta planta proviene de Sudáfrica – Namibia, es de crecimiento perenne, puede alcanzar hasta 40 o 50 cm de alto y presenta flores blancas con un teñido purpura debajo y unos discos marrón-amarillentos en el centro. Las plantas florecen libremente en climas templados, pero disminuye ante el exceso de calor y humedad.

Crece bien en suelos arenosos, humedad media y en suelos bien drenados con baja sombra. Tolera la sequía y los veranos calientes (Missouri Botanical Garden, 2013).

La forma de la hoja es lanceolada. El margen de la hoja es entero, pero los tipos más resistentes son dentados (Nordenstam Et al., 1994).

Las flores tienen forma parecida a las margaritas, y consiste en un disco de florecillas (algunas rayadas), desarrollándose solitariamente al final de una rama ó a veces en

inflorescencias cimo-corimbosas terminales. El disco de florecillas son pseudo-bisexuales y presentan varios colores tales como el azul, amarillo, y púrpura. Los tipos más resistentes normalmente muestran un centro de color azul oscuro en el disco hasta que el polen amarillo se vierte. Las florecillas rayadas son hembras, presentando diversos colores, tales como blanco, crema, rosa, púrpura, malva ó amarillo, algunas variedades tienen pétalos "moteados" tal como el "Pink Whirls". Muchas especies presentan una segunda floración a finales del verano, estimulada por las temperaturas nocturnas más bajas. Las especies más resistentes muestran una floración profusa en primavera, pero no presentan una segunda floración (Nordenstam et al., 1994).

Las variedades más vendidas se desarrollan como plantas anuales y primordialmente son híbridos de *O. jucundum*, *O. ecklonis* y *O. grandiflorum* y pueden soportar temperaturas hasta de -2°C. Si aguantan, se pueden desarrollar como plantas perennes ó como arbustos (Nordenstam et al., 1994).

La propagación se puede dar de dos maneras:

- Esquejes: Esquejes de la parte apical del tallo son sometidos a hormona enraizante para luego ser sembrados en sustrato a temperaturas promedio de 24°C. Aplicar riego en forma de aspersión de manera continua para mantener el tejido turgente. Una vez se produzca emisión radicular, aplicar fertilización foliar y reducir el volumen de aplicación de agua hasta alcanzar desarrollo adecuado como para trasplante a otro envase de mayor volumen.(Nau, 2011)
- Semillas: No requiere de ningún tipo de tratamiento previo para la semilla, debe de germinarse en un medio fresco, sin saturación ni déficit hídrico, el uso de reguladores de crecimiento se puede dar mientras que no se encuentren yemas brotadas. Cuando los plantines alcanzan 10 cm de alto se traslada a envases donde producirá flores entre 10 a 14 semanas después (Nau, 2011).

Taxonomía:

Reino	Plantae
Subreino	Viridaeplantae
Infrareino	Streptophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Infradivision	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Asteranae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Osteospermum
Especie	<i>Osteospermum ecklonis</i>

(Integrated Taxonomic Information Service, 2013)

3. *Asparagus setaceus*

El género *Asparagus* pertenece a la familia de las Liliáceas. A este género pertenecen varias especies que se cultivan como plantas ornamentales por su follaje decorativo, mayoritariamente originarias de las regiones de clima cálido de África y Asia. Son numerosas las especies y cultivares empleados para producir follaje, pero también suele cultivarse en maceta (Gonzales et al., 1998).

De éstas, por su importancia comercial, se destaca:

Asparagus setaceus (cv. Nanus y Pyramidalis).

Asparagus densiflorus (cv. Sprengeri y Meyeri).

Asparagus falcatus.

Asparagus myriocladus.

Asparagus officinalis (cv. Spitzenschleiber, etc.).

Otras especies que pueden tener interés como follaje de corte son: *Asparagus verticillatus*, *Asparagus virgatus*, etc.

Taxonomía:

Reino	Plantae
Subreino	Viridaeplantae
Infrareino	Streptophyta
División	Tracheophyta
Subdivisión	Spermatophytina
Infradivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Lilianaes
Orden	Asparagales
Familia	Asparagaceae
Genero	Asparagus
Especie	<i>Asparagus setaceus</i>

(Integrated Taxonomic Information Service, 2013)

Cultivares y Características:

Cultivar *Nanus*

Originario de Sudáfrica, es el cultivar con mayor tradición de cultivo, siendo muy apreciado por su follaje delicado con forma aplastada, muy parecido a los frondes de un helecho, de ahí que a veces se le conoce como la «esparraguera helecho». Posee numerosos pequeños cladodios, finos, vistosos y de color verde oscuro. Los tallos suelen entrelazarse entre sí en la plantación, lo cual dificulta la recolección; disponen de espinas, pero éstas no son excesivamente consistentes y punzantes. Florece fácilmente produciendo pequeños frutos más o menos redondeados. Es la esparraguera ornamental más difícil de cultivar.

Es una planta trepadora, perennifolia, de tallo muy ramificado y hojas aciculares que se ubican en el mismo plano que las ramas laterales, lo cual les da un aspecto de fronda de helecho. Posee flores muy pequeñas (0.4 cm) y poco vistosas de color blanco que florecen en verano.

Cultivar *Pyramidilis*

Está menos difundido que el cultivar anterior, tiene un porte erecto más o menos piramidal, con un follaje que guarda cierta similitud con la tuya al crecer sus ramas en un plano horizontal, pero con menores dimensiones, para florecer y fructificar hacen falta tres años (Gonzales et al., 1998).

Necesidades del Cultivo

1. Edáficas

Las esparragueras prefieren suelos arenosos, ricos en materia orgánica, frescos y profundos, especialmente aquellas que desarrollan un gran sistema radical. El pH será neutro en suelos más bien fuertes o ligeramente ácido para los arenosos.

Las esparragueras son extremadamente sensibles a los encharcamientos, lo que rápidamente manifiesta su follaje al adquirir un color amarillo, e incluso se pueden producir otras alteraciones negativas. Posiblemente, éste es uno de los aspectos que más influye en la calidad de los plumeros; por ello, en un terreno arcilloso habrá que mantener un buen drenaje y, sobre todo, controlar el riego.

En cuanto a la salinidad, la esparraguera está considerada como una planta que resiste elevadas conductividades eléctricas, aunque estos valores disminuyen la longevidad de la planta (Gonzales et al., 1998).

2. Luz

Cuando la esparraguera se cultiva de cara a producir follajes verdes cortados, hay que prestar una gran atención al nivel de iluminación que recibe la plantación, pues un exceso amarilleará las hojas, perjudicando por tanto uno de los principales parámetros de calidad de esta planta. La literatura aconseja que la planta no reciba más de 40.000 lux (Anónimo, 1991). Esto exigiría sombrear los invernaderos desde mayo a septiembre en clima mediterráneo (Gonzales et al., 1998).

3. Temperatura

El carácter rústico de las esparragueras ornamentales hace que éstas sean bastante resistentes a bajas temperaturas. De hecho, estas esparragueras se pueden cultivar perfectamente en zonas cálidas, los *Asparagus setaceus* cv. Nanus y *Asparagus densiflorus* cv. Meyeri son los más exigentes en temperatura. La temperatura ambiental influye notablemente en la velocidad de crecimiento de las plantas, frenándose ésta cuando la temperatura es baja, como ocurre durante el invierno. Asimismo, influye en un aspecto de su calidad, como es la

consistencia de los tallos, consistentes cuando las temperaturas son bajas. Por ello, se ha visto que un cultivo bajo plástico produce una cosecha de menor calidad, aunque se incrementa el rendimiento (Gonzales et al., 1998).

4. Humedad

La necesidad de humedad de las esparragueras está más en el ambiente que en el sustrato. En efecto, estas plantas requieren una humedad relativa elevada, entre un 85 y 90%. De gran importancia es evitar los cambios bruscos de humedad relativa, ya que provocan alteraciones en las hojas, principalmente decoloraciones e incluso necrosis (Gonzales et al., 1998).

En términos generales, las esparragueras ornamentales no tienen un gran consumo de agua, además en su dosificación deben primar las aplicaciones abundantes y separadas antes que las pequeñas y frecuentes. Exceso de humedad puede generar que el borde de las hojas se torne amarillento o blanquecino e incluso que se sequen, conllevando la total depreciación de la hoja, cv. *Nanus* es de los más sensibles al exceso de humedad (Gonzales et al., 1998).

La escasez de agua es menos dañina gracias a la rusticidad de la especie y al gran desarrollo de sistemas radiculares, sin embargo, riegos muy escasos impedirán el correcto desarrollo de los plumeros, generando una planta deforme.

Los frutos son bayas de color verde cuando brotan y negras cuando maduran; son tóxicas y no deben comerse (Missouri Botanical Garden, 2013).

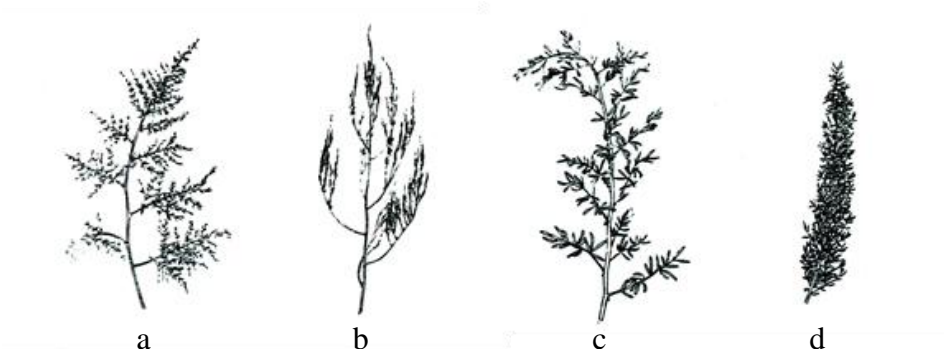


Figura 5: Diferentes cv. de *Asparagus setaceus*

- (a) *Asparagus setaceus* cv. *Nanus*
- (b) *Asparagus setaceus* cv *Pyramidilis*
- (c) *Asparagus densiflorus* cv. *Sprengeri*
- (d) *Asparagus densiflorus* cv. *Meyeri*

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR Y FECHA

El experimento se llevó a cabo en el área del Vivero de Ornamentales de la facultad de Agronomía, en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Distrito	:	La Molina.
Provincia	:	Lima.
Departamento	:	Lima.
Latitud	:	12° 05°S
Altitud	:	243,7 m.s.n.m.
Instalación	:	17-08-13
Evaluación Final	:	30-11-13
Duración	:	3 meses y medio

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

- Material vegetal:
 - Salvia farinácea* (128 plantas)
 - Osteospermum ecklonis* (128 plantas)
 - Asparagus setaceus* (128 plantas)

- 24 mantas de 1 m² (4x4 bolsillos de 1.25 lt. de volumen³ cada uno)

- Sustratos:
 - S₁: 50% Turba + 50% Perlita
 - S₂: 50% Turba + 50% Piedra Pómez
 - S₃: 60% Turba + 40% Vermiculita
 - S₄: Mezcla de sustrato comercial.

- Balanza
- Bolsas
- Papel
- Etiquetas
- Tijeras

3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Elección de Sustratos y Proporciones

El proceso de elegir los sustratos a comparar con el sustrato comercial (testigo) fue a través de pruebas realizadas en el laboratorio de suelos para determinar cuál debería ser la proporción adecuada de material orgánico e inorgánico. Por lo que cada uno de los sustratos fue sometido a pruebas de retención de humedad, densidad aparente, porosidad, conductividad eléctrica y pH.

Características Químicas Individuales de los Medios de Crecimiento

Como primer paso para determinar las mezclas de sustratos a utilizar antes del ensayo definitivo, se realizó una evaluación de características físico-químicas a cada uno de los sustratos.

En lo que a características químicas respecta, se evaluó la Conductividad Eléctrica y el pH, para lo cual se diluyó 10 gramos de cada sustrato en 10 ml de agua destilada, se utilizó para esto un conductímetro y un medidor de pH “Hanna” del laboratorio de suelos de la UNALM, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 10: Propiedades Químicas de los Sustratos puestos en prueba
(Elaboración propia)**

	pH	C.E (uS/cm) 1:1
Turba	6.11	696
Perlita	5.81	31.3
Vermiculita	7.05	275
Piedra pómez	6.45	178
Sust. comercial	7.22	353

Características Físicas Individuales de los Medios de Crecimiento

En cuanto a las características físicas, se realizó una prueba de densidad aparente, colocando cada sustrato en un contenedor con volumen de 100 ml, hasta llenarlo, para luego todos ser sometidos a estufa, realizando evaluaciones diarias hasta que no exista variación en el peso. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 11: Densidad aparente (g/cm³) de los Sustratos puestos en prueba (Elaboración propia)

	Densidad Aparente (g/cm ³)	Costo (S/ x lt)
Turba	0.127	0.12
Perlita	0.098	10.6
Vermiculita	0.2125	12.6
Piedra pómez	0.5495	0.66
Sust. comercial	0.3425	0.80

Características Físicas de las Mezclas Propuestas

La Turba fue mezclada con Vermiculita, Perlita y Piedra Pómez en las siguientes proporciones: 50-50, 60-40 y 40-60. Estas proporciones fueron sometidas a pruebas específicas, para determinar cuáles de ellas presentan las condiciones adecuadas para ser utilizadas como sustratos en jardines verticales.

Estas pruebas fueron:

- **Densidad Aparente:** Los sustratos deben presentar una densidad aparente baja, para tener una mayor facilidad de instalación, demandar una menor inversión en movimiento de materiales y en estructuras de anclaje para sostener el peso. Esta prueba fue realizada en el laboratorio, colocando recipientes de 100 mL de capacidad con cada sustrato a la estufa (105°C) por 24 horas, para luego establecer una relación entre el peso y el volumen que ocupa cada sustrato.
- **Drenaje:** Los sustratos deben presentar una alta capacidad de drenaje, para evitar problemas de anegamiento. Para esta evaluación se colocó el sustrato en tubos de 2" de diámetro por 10 cm de alto, con un fondo permeable, a cada sustrato se le aplicó 100 mL

de agua, y se midió su capacidad de drenaje a los 15 minutos y a las 24 horas de la aplicación, para fines del ensayo se tomó en cuenta el drenaje tras 15 minutos.

- **Retención de Humedad:** Los sustratos también deben presentar buena retención de humedad en lo posible, para permitir un mejor manejo del riego en zonas urbanas. Se consideró la humedad gravimétrica, el sustrato tras 24 horas de haber realizado la prueba de drenaje, fue sometido a estufa para establecer una relación entre el peso del agua presente en el sustrato y el peso seco del sustrato (revisar las recomendaciones al final de la tesis sobre la evaluación de retención humedad más adecuada).
- **Porosidad:** Los sustrato deben presentar alta porosidad para permitir su fácil manipulación y crecimiento de raíces. Este valor fue determinado mediante una fórmula, haciendo uso de la densidad aparente.

Tabla 12: Propiedades Físicas de la Mezcla de Sustratos (Elaboración propia)

Turba+ Vermiculita				
Proporción	Densidad (g/cm³)	Drenaje (%)	Retención de Humedad (%)	Porosidad (%)
60-40	0.154	54.0%	25.90%	94%
50-50	0.1564	54.5%	20.8%	94%
40-60	0.1522	53.0%	26.3%	94%

Turba +Piedra Pómez				
Proporción	Densidad (g/cm³)	Drenaje (%)	Retención de Humedad (%)	Porosidad (%)
60-40	0.2278	74.0%	13.13%	91%
50-50	0.2658	69.0%	14.7%	90%
40-60	0.3148	76.0%	11.9%	88%

Turba+ Perlita				
Proporción	Densidad (g/cm³)	Drenaje (%)	Retención de Humedad (%)	Porosidad (%)
60-40	0.1098	77.0%	9.04%	96%
50-50	0.1026	54.5%	13.2%	96%
40-60	0.0946	73.0%	10.1%	96%

Sustrato comercial			
Densidad (g/cm³)	Drenaje (%)	Retención de Humedad (%)	Porosidad (%)
0.4925	68.4%	12.4%	87.07%

Por sus características físicas, químicas y económicas, se eligió las siguientes mezclas:

- S₁: 50% Turba + 50% Perlita
- S₂: 50% Turba + 50% Piedra Pómez
- S₃: 60% Turba + 40% Vermiculita

Turba + Vermiculita:

La proporción Turba – Vermiculita, seleccionada para usar en el ensayo de paredes verdes, fue 60-40. La densidad aparente fue prácticamente idéntica para las 3 proporciones, pero la retención fue mayor cuando predominó la vermiculita, por 0,4% en comparación a la mezcla donde predominó la turba. Por lo que considerando el criterio económico, siendo la turba mucho más barata que la Vermiculita, se escogió la proporción 60% Turba-40% Vermiculita.

Turba + Piedra Pómez:

La mezcla donde predominaba la Turba (60 – 40) presentó una menor densidad aparente, por lo que era más ligera, pero su retención de humedad era menor. En el caso donde predominó la Piedra Pómez (40 – 60), la mezcla era más pesada y tenía menor retención, por lo que fue descartada desde un inicio. Se optó por la mezcla 50-50 para Turba + Piedra Pómez, por su mayor retención de humedad y peso intermedio.

Turba + Perlita:

En las tres mezclas ensayadas, la densidad aparente presentó variaciones mínimas, pero la retención fue el factor clave, ya que en la proporción 50-50 fue 3% más elevada que las otras dos, por lo que fue la proporción seleccionada.

Ensayo de Paredes Verdes:

En la preparación de sustrato, se utilizaron insumos provistos por el Programa de Investigación en Ornamentales de la UNALM. Se empleó turba nacional (*Distichia muscoides*), en mezcla con tres diferentes materiales inorgánicos (perlita, piedra pómez y vermiculita), en diferentes proporciones. Adicionalmente como testigo se incorporó una mezcla comercial utilizada en jardines verticales.

- S₁: 50% Turba + 50% Perlita (S/5.36/lt)
- S₂: 50% Turba + 50% Piedra Pómez (S/0.39/lt)

S ₃	60% Turba + 40% Vermiculita	(S/2.55/lt)
S ₄ :	Sustrato comercial. (Turba 20%, Aserrín 30%, Tierra de chakra 30%, Arena gruesa 15%, Compost 5%, + 50 g. NPK (20-20-20))	(S/0.80/lt)

Se utilizaron 6 paneles (2.50mt. de alto por 2.20mt. de ancho) donde se colocaron 24 mantas de 1m x 1 m (4 por panel), cada manta con 16 bolsillos (64 bolsillos/panel). Cada especie (*Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus*) utilizó 2 paneles. Un panel para una frecuencia de riego de 7 días y un segundo panel para una frecuencia de riego de 14 días.

En cada uno de los paneles se colocó aleatoriamente los cuatro tipos de sustrato (50% Turba + 50% Perlita, 50% Turba + 50% Piedra Pómez, 60% Turba + 40% Vermiculita y Sustrato comercial). Cada sustrato ocupó 16 bolsillos de 1.25 lt de capacidad. Por especie se utilizaron 32 bolsillos/sustrato en dos frecuencias de riego (7 y 14 días).

Tratamientos:

- T₁: (50% Turba+50%Perlita) a régimen de riego cada 7 días.
- T₂: (50% Turba+50%Piedra Pómez) a régimen de riego cada 7 días.
- T₃: (60% Turba+40% Vermiculita) a régimen de riego cada 7 días.
- T₄: (Sustrato Comercial) a régimen de riego cada 7 días.
- T₅: (50% Turba+50%Perlita) a régimen de riego cada 14 días.
- T₆: (50% Turba+50%Piedra Pómez) a régimen de riego cada 14 días
- T₇: (60% Turba+40% Vermiculita) a régimen de riego cada 14 días.
- T₈: (Sustrato Comercial) a régimen de riego cada 14 días.

Cada uno de estos 8 tratamientos (sustratos y regímenes de riego), sirvieron para evaluar las tres especies ornamentales seleccionadas: *Salvia farinacea*, *Osteospermum ecklonis* y *Asparagus setaceus*.

Dichas especies fueron seleccionadas por sus diferentes necesidades de agua, siendo la más exigente *Salvia farinácea*, *Osteospermum ecklonis* de demanda hídrica media y *Asparagus setaceus* de baja demanda hídrica.

El propósito de la presente investigación fue evaluar cuál de los sustratos seleccionados bajo dos diferentes frecuencias de riego, proporcionaba las mejores condiciones para el desarrollo de las tres especies ornamentales con un uso eficiente del recurso hídrico.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y EVALUACIONES

Ensayo de Campo:

Se empleó un diseño factorial con 16 repeticiones, donde los tratamientos se distribuyeron de forma aleatoria en las paredes verdes. La unidad experimental constó de mantas para uso comercial de 1m² de 16 bolsillos cada una.



Figura 6: Pared Verde antes de instalación. Formada por 4 mantas de 16 bolsillos cada una

Distribución de los Tratamientos en Campo

Salvia farinacea

Panel 1 Riego Cada 7 días

T1	T4	T3	T2	T3	T2	T1	T4
T4	T1	T2	T3	T1	T4	T3	T2

Osteospermum ecklonis

Panel 3 Riego Cada 7 días

T1	T4	T3	T2	T3	T2	T1	T4
T4	T1	T2	T3	T1	T4	T3	T2

Panel 2 Riego Cada 14 días

T8	T7	T6	T5	T6	T7	T8	T5
T6	T8	T5	T6	T5	T6	T7	T8

Panel 4 Riego Cada 14 días

T8	T7	T6	T5	T6	T7	T8	T5
T6	T8	T5	T6	T5	T6	T7	T8

Asparagus setaceus

Panel 5 Riego Cada 7 días

T1	T4	T3	T2	T3	T2	T1	T4
T4	T1	T2	T3	T1	T4	T3	T2

Panel 6 Riego Cada 14 días

T8	T7	T6	T5	T6	T7	T8	T5
T6	T8	T5	T6	T5	T6	T7	T8



Figura 7: Instalación de *S. farinacea*



Figura 8: Instalación de *O. ecklonis*



Figura 9: Instalación de *A. setaceus*

Durante el proceso de crecimiento de las plantas, se evaluaron los siguientes parámetros:

- Supervivencia: La toma de datos fue semanal, evaluando si la planta estaba viva o no. Para determinarlo se observó si existía actividad en el follaje (presencia de hojas y/o nuevos brotes), de no ser así por 2 semanas consecutivas, se concluyó que la planta no había sobrevivido al tratamiento.
- Crecimiento: Se midió semanalmente el crecimiento de cada planta, tomando como referencia el cuello de planta hasta el brote apical para el caso de salvia y margarita y en el caso del esparrago ornamental hasta la altura donde el brote más alto se doblaba hacia abajo. Los datos presentados, son la diferencia entre la altura observada en cada evaluación con respecto a la evaluación inicial.
- Número de Flores: Se midió semanalmente y fue de carácter acumulativo, es decir solo se contabilizó cada flor en una evaluación. Esta evaluación solo se realizó en *S. farinacea* y *O. ecklonis*, puesto que en *A. setaceus* la floración no es una característica comercial.

- Variación de cobertura: Se evaluó la cobertura de manera frontal y superior mediante cuadrantes, para determinar el área cubierta. Los datos presentados, son la diferencia entre la cobertura observada en cada evaluación con respecto a la evaluación inicial.

Luego de finalizar la parte experimental, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Variación de peso fresco total de la planta: Se limpió todo el sustrato posible de la raíz de la planta y se tomó el peso total de la planta, para realizar una comparación con el peso inicial al momento de trasplante.
- Peso de Sistema Radicular: Se pesó por separado la raíz y follaje de cada planta, para determinar si el sustrato influyó en crecimiento diferenciado de la raíz de cada especie.
- Porcentaje de Materia Seca: Se realizó una selección de 16 plantas (parte foliar y raíz) que tuvieran un desarrollo promedio representativo de cada tratamiento, se sometieron a estufa por 72 horas para obtener el contenido de materia seca.

e. Patrocinador

Esta investigación tuvo como patrocinador al Ing. José Palacios Vallejo, profesor del Departamento de Horticultura de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

f. Colaboradores

Para dicha investigación se contó con el apoyo de Viveros Chaclacayo y del Vivero de Ornamentales de la Facultad de Agronomía de la UNALM.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 *Salvia farinacea*:

Supervivencia:

La evaluación de supervivencia se realizó semanalmente, obteniendo los siguientes resultados:

En la tabla 13 se puede observar que los resultados no fueron satisfactorios en ninguno de los tratamientos, puesto que a los 120 días después de la siembra ningún tratamiento alcanzó siquiera el 40% de supervivencia.

Al realizar la evaluación de los resultados durante los primeros 30 días, la supervivencia se mantuvo por encima del 87.50% para todos los tratamientos. Aunque ya existía una diferencia en cuanto a los tratamientos con sustrato comercial (T4+T8) que presentaban 87.5% de supervivencia.

A los 60 días, se presentó diferencia significativa en los tratamientos con sustrato comercial (T4 y T8), con la totalidad de plantas muertas en la frecuencia de riego de 14 días, y con solo 20% de supervivencia en la frecuencia de riego de 7 días. Los tratamientos T2, T3 y T7, fueron significativamente menos afectados, con una supervivencia cercana al 90%.

A los 90 y 120 días, todos los tratamientos presentaban un alto porcentaje de mortandad, por lo que las diferencias entre los valores superiores e inferiores se redujeron, aunque las diferencias significativas con tres tratamientos (T2, T3 y T7) y sustrato comercial (T4 y T8) se mantuvieron.

Tabla 13: Supervivencia (%) en *S. farinacea* por tratamiento.

	Interacción		Supervivencia (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120 d.
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	87.50 a	41.66 a	37.50 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 ab	87.50 a	37.50 a	37.50 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	93.75 ab	87.50 a	37.50 a	31.25 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	68.25 b	25.00 a	18.75 ab
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	100.00 ab	56.25 b	18.75 ab	18.75 ab
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	93.75 ab	56.25 b	18.75 ab	18.75 ab
T4	7	Sust. Comercial	87.50 b	18.75 c	6.25 b	6.25 b
T8	14	Sust. Comercial	87.50 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

De estos resultados podemos observar, que ninguno de los sustratos evaluados, sometidos a las frecuencias de riego propuestas, tuvo un adecuado desempeño en el desarrollo de plantas de *Salvia farinacea*. Ningún sustrato tuvo la capacidad de retener la suficiente humedad como para satisfacer las necesidades de la planta, debido a lo distanciado de los riegos y la alta demanda hídrica de *S. farinacea*.



Figura 10: Supervivencia en *S. farinacea*, evaluación final

En las tablas 14 y 15, se puede observar los factores sustrato y frecuencia de riego, analizados independientemente uno de otro.

Tabla 14: Supervivencia (%) en *S. farinacea* por sustrato

Sustrato	Supervivencia (%)
Vermiculita + Turba (40-60)	34.38 a
P. Pómez + Turba (50-50)	28.13 a
Perlita + Turba (50-50)	18.75 a
Sust. Comercial	3.13 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 15: Supervivencia (%) en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Supervivencia (%)
7 días	25.00 a
14 días	18.19 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Se observa claramente en la tabla 14, que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos con el sustrato comercial y el resto de sustratos, siendo el sustrato comercial el de peor desempeño, al alcanzar menos de 4% de supervivencia.

Entre los sustratos puestos en prueba contra el sustrato comercial, no hubo diferencias estadísticamente significativas, pero si existe una diferencia numérica del 10%, entre los resultados obtenidos con las mezclas de Vermiculita + Turba y Piedra Pómez + Turba, en comparación con la mezcla de Perlita + Turba (Tabla 14).

En la tabla 15, se observa que no hubo diferencias significativas entre las frecuencias de riego, por lo que se puede concluir que ninguna de ellas fue la adecuada para el desarrollo de *Salvia farinácea*. Estos resultados indican que para obtener una supervivencia satisfactoria, la frecuencia de riego debe de ser menor a 7 días entre riego y riego.

Número de Flores:

Esta evaluación fue fundamental, pues las flores son el principal atractivo comercial de *Salvia farinacea* como planta ornamental.

Durante los primeros 30 días no se presentaron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos. (Tabla 16)

A los 60 días, que se presentaron ya diferencias significativas entre los tratamientos con sustrato comercial (T4 y T8) y el resto de tratamientos, coincidiendo con los resultados de la evaluación de supervivencia.

La floración se concentró principalmente entre los 30 y 60 días. Hasta los 30 días se observó una etapa de adaptación, luego entre los 30 y 60 se produjo la mayor floración, para luego decaer en los últimos 60 días. Los resultados coinciden con los obtenidos en Supervivencia, donde entre las fechas indicadas, también se presentó un fuerte descenso en todos los tratamientos.

Tabla 16: Número de flores en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Flores/planta			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120 d.
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	1.19 a	3.62 a	4.18 a	4.18 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	0.81 a	3.38 a	3.81 a	3.81 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	1.00 a	2.87 a	3.18 a	3.25 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	1.19 a	2.56 a	2.68 a	2.75 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	0.75 a	2.56 a	2.75 a	2.75 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	0.88 a	2.56 a	2.62 a	2.63 a
T4	7	Sust. Comercial	0.63 a	0.69 b	0.69 b	0.69 b
T8	14	Sust. Comercial	0.38 a	0.44 b	0.44 b	0.44 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En el análisis de sustratos, independientemente de su frecuencia de riegos, se observó que entre los 90 y 120 días, el número de flores por planta casi no presentó ninguna variación, salvo en el caso de los tratamientos que usaron sustrato comercial, donde sí se mostraron diferencias significativas con el resto de tratamientos (Tabla 16 y 17).

Tabla 17: Número de Flores en *S. farinacea* por sustrato

Sustrato	Flores/planta
Vermiculita + Turba (40-60)	3.72 a
P. Pómez + Turba (50-50)	3.22 a
Perlita + Turba (50-50)	2.75 a
Sust. Comercial	0.56 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En el análisis de las dos frecuencias de riego, independientemente de los sustratos, no se presentaron diferencias significativas, debido a que ninguna de ellas fue la adecuada para promover un mayor número de flores/planta de *S. farinacea* (Tabla 18).

Tabla 18: Número de flores en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Flores/planta
7 días	2.86 a
14 días	2.27 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Crecimiento:

La evaluación de crecimiento *Salvia farinacea*, presenta resultados afectados por la alta mortandad de plantas, debido a que el número de unidades experimentales se redujo en todos los tratamientos.

A los 30 días, se observó diferencias significativas entre los tratamientos que utilizaron sustrato comercial (T4 y T8) y el resto. En los tratamientos T4 y T8 la variación de altura fue negativa, mientras que en el resto de tratamientos se presentó un ligero incremento.

A los 60 días, no se consideraron resultados del tratamiento T8, debido a la total mortandad de los individuos en este tratamiento. En esta evaluación no se presentaron diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos, presentando variaciones de altura de planta muy cercanas.

Al día 90, coincidiendo con la alta mortandad y fuerte descenso de la tasa de floración, los tratamientos T4, T6 y T7 presentaron un fuerte descenso en cuanto a la altura de planta y diferencias significativas con los tratamientos T1 y T2.

A los 120 días, solo 3 tratamientos presentaron un crecimiento mayor a los 4 centímetros (T1, T5, T2), presentando diferencias significativas con T4 y T7, que presentaron resultados negativos de crecimiento. (Tabla 19)

Tabla 19: Crecimiento (cm) en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Crecimiento (cm)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120 d.
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	3.53 a	2.05 a	5.33 a	6.67 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	3.37 a	-0.44 a	1.00 ab	5.33 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	1.71 a	0.23 a	5.08 a	4.75 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	4.02 a	3.64 a	0.91 ab	0.67 ab
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	4.50 a	3.09 a	-4.50 b	-1.00 ab
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	4.53 a	-0.29 a	-6.71 b	-6.20 b
T4	7	Sust. Comercial	-0.92 b	0.00 a	-17.00 b	-17.00 c
T8	14	Sust. Comercial	-2.14 b	--	--	-- -

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Como observado en los resultados de supervivencia y número de flores, los peores resultados fueron los obtenidos con el sustrato comercial, independientemente de la frecuencia de riego utilizada, presentando diferencias significativas con el resto de sustratos. (Tabla 20).

Tabla 20: Crecimiento (cm) en *S. farinacea* por sustrato

Sustrato	Crecimiento (cm)
Perlita + Turba (50-50)	6.00 a
P. Pómez + Turba (50-50)	2.83 a
Vermiculita + Turba (40-60)	-2.46 a
Sust. Comercial	-17.00 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En cuanto a la frecuencia de riego utilizada, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ellas. Ninguna de las frecuencias de riego aplicadas permitió un crecimiento adecuado de *S. farinacea*. (Tabla 21)

Tabla 21: Crecimiento (cm) en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Crecimiento (cm)
7 días	2.22 a
14 días	-1.64 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Variación de Cobertura:

En el caso de cobertura, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 22: Variación de cobertura (%) en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Var. Cobertura (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	-25.63 ab	-48.63 b	-54.15 a	-57.19 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	-28.16 ab	-47.26 b	-58.63 ab	-61.41 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	-22.16 a	-35.16 a	-51.23 a	-60.47 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	-32.17 b	-45.63 b	-65.28 ab	-67.81 ab
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	-33.16 b	-48.45 b	-65.23 ab	-72.50 b
T4	7	Sust. Comercial	-40.16 c	-61.25 c	-69.42 b	-72.66 b
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	-35.87 b	-51.16 b	-68.29 b	-73.13 b
T8	14	Sust. Comercial	-45.12 c	-55.18 c	-70.26 b	-76.56 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

A los 30 días, se presentaron resultados significativos en cuanto a la variación de cobertura entre los tratamientos. Los tratamientos que utilizaron sustrato comercial tuvieron una pérdida de cobertura significativamente mayor que el resto de tratamientos, mientras que el tratamiento 40% Vermiculita + 60% Turba y riego cada 7 días (T3) fue el que presentó la menor pérdida de cobertura en relación al resto de tratamientos.

A los 60 días, se mantuvo la tendencia de pérdida de cobertura para todos los tratamientos, y también se mantuvieron las mismas diferencias significativas que a los 30 días.

A los 90 días, la pérdida de cobertura continuó para todos los tratamientos, pero las diferencias entre ellos variaron, siendo los de mayor pérdida de cobertura los tratamientos con sustrato comercial (T4 y T8) y el tratamiento con 50% Piedra Pómez + 50% Turba y riego cada 14 días (T6), con respecto a los tratamientos T1 y T3.

A los 120 días, los tratamientos T4, T6, T7 y T8 fueron los que presentaron una pérdida de cobertura mayor al resto de tratamientos siendo para todos ellos mayor al 70%. De igual manera, esta evaluación permite confirmar que ninguno de los tratamientos alcanzó resultados satisfactorios, ya que el decrecimiento de la cobertura foliar fue mayor al 55% en todos ellos. (Tabla 22).

Al evaluar los sustratos independientemente del riego, se observó diferencias significativas entre el sustrato comercial y los demás. Pero en ninguno de ellos se obtuvo buenos resultados. (Tabla 23)

Tabla 23: Variación de cobertura (%) en *S. farinacea* por sustratos

Sustrato	Cobertura (%)
Perlita + Turba (50-50)	-62.50 a
P. Pómez + Turba (50-50)	-67.27 a
Vermiculita + Turba (40-60)	-66.48 a
Sust. Comercial	-74.61 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En el caso de la frecuencia de riego, independientemente de los sustratos, la frecuencia de riego menos de 7 días presentó una pérdida significativamente menor de cobertura que la frecuencia de riego de 14 días. A pesar de que en ninguna de las frecuencias de riego puestas en prueba se obtuvo resultados satisfactorios, de este resultado podemos inferir que mientras los riegos sean más frecuentes, los resultados en de *S. farinacea* irán mejorando. (Tabla 24).

Tabla 24: Variación de cobertura (%) en *S. farinacea* por frec. de riego

Frec. Riego	Cobertura (%)
7 días	-62.93 a
14 días	-72.50 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Variación de Peso Fresco Total:

En la evaluación realizada de la parte aérea y la raíz, se observaron variaciones negativas en cuanto al peso fresco de toda la planta.

Los tratamientos que más peso perdieron fueron los tratamientos T1, T2, T4 y T8. Siendo los tratamientos con sustrato comercial (T4 y T8) los que presentaron, a lo largo del ensayo, los peores resultados. Los tratamientos con frecuencia de riego de 7 días y con los sustratos Perlita + Turba (T1) y Piedra Pómez + Turba (T2), también tuvieron una pérdida de peso significativamente mayor, pero a su vez fueron los tratamientos que menos cobertura perdieron. Esto pudo deberse al menor stress que sufrieron estas plantas, lo que generó un menor número de raíces de anclaje (de mayor peso) que el resto de tratamientos.

Tabla 25: Variación de peso (g) en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Var. Peso (g)
	Frec. Riego	Proporciones	
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	-28.75 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	-29.06 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	-45.94 b
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	-47.50 b
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	-65.00 c
T4	7	Sust. Comercial	-66.56 c
T1	7	Perlita + Turba(50-50)	-66.88 c
T8	14	Sust. Comercial	-87.50 c

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Los tratamientos T6 y T7 fueron los tratamientos que presentaron la menor pérdida de peso fresco, esto podría encontrar su explicación en la frecuencia de riegos (14 días), que generó mayor cantidad de raíces de anclaje y reserva que los demás tratamientos.

Al evaluar los sustratos independientemente del riego, tabla 26, solo el sustrato comercial mostró una pérdida total de peso significativamente mayor al resto de tratamientos.

Tabla 26: Variación de peso (g) en *S. farinacea* por sustratos

Sustrato	Var peso (g)
Vermiculita + Turba (40-60)	-38.28 a
P. Pómez + Turba (50-50)	-46.88 a
Perlita + Turba (50-50)	-56.41 a
Sust. Comercial	-77.03 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 27: Variación de peso (g) en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Var. Peso (g)
7 días	-47.81 a
14 días	-61.48 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar la frecuencia de riego independientemente del sustrato (tabla 27), no hubo estadísticamente diferencias significativas, debido a la alta mortandad y variabilidad de resultados. Pero si hubo una diferencia numérica considerable de casi 15 g. de pérdida entre una frecuencia y otra, por lo que a pesar de todo se debería de tomar en cuenta para futuros ensayos.

Peso fresco de raíz:

Dentro de la evaluación de pesos al final del ensayo, se diferenció el peso de la raíz, para evaluar el efecto de los tratamientos en el crecimiento de las raíces. Siendo los resultados obtenidos los siguientes:

Tabla 28: Peso fresco de raíz (g) en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Peso raíz (g)	Densidad aparente (g/cm ³)
	Frec. Riego	Proporciones		
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	33.00 a	0.1026
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	32.50 a	0.1026
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	32.50 a	0.1540
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	31.25 a	0.2658
T8	14	Sust. Comercial	11.75 b	0.4386
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	11.25 b	0.1540
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	10.00 b	0.2658
T4	7	Sust. Comercial	4.25 b	0.4386

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la tabla 28, se puede observar 2 grupos bien marcados en cuanto al peso de las raíces, siendo los tratamientos con riegos más distanciados (14 días) los que presentaron las raíces con mayor peso. Esto se debió en gran parte a una mayor proporción de raíces de anclaje (mayor peso) que de raíces absorbentes (menor peso).

También en esta tabla se puede apreciar, como las raíces de mayor peso, son aquellas que desarrollaron en las mezclas de Turba + Perlita (T1 y T5), coincidentemente aquellas que tienen la menor densidad aparente y mayor porosidad.

Tabla 29: Peso fresco de raíz (g) en *S. farinacea* por sustratos

Sustrato	Peso raíz (g)	Densidad aparente (g/cm ³)
Perlita + Turba (50-50)	22.75 a	0.1026
Vermiculita + Turba (40-60)	21.88 a	0.1540
P. Pómez + Turba (50-50)	20.63 a	0.2658
Sust. Comercial	8.00 b	0.4386

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)



Figura 11: Pobre desarrollo radicular en *S. farinacea*

De igual manera, al evaluar los sustratos independientemente del riego (Tabla 29), hubo diferencias significativas entre el sustrato comercial y los demás sustratos. Esto fue debido a la alta mortandad y deterioro de las plantas desarrolladas en este sustrato, lo que originó que el crecimiento radicular fuera muy pobre sin importar la frecuencia de riego (Tabla 28). Coincidentemente, el sustrato comercial, es el de mayor densidad aparente y menor porosidad.

Tabla 30: Peso fresco de raíz (g) en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Peso raíz (g)
14 días	25.13 a
7 días	11.50 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En cuanto a la frecuencia de riego si es un factor dominante en el desarrollo de las raíces. Algo que llama la atención es el hecho de que a riegos más separados, mayor peso de raíz, pudiendo explicarse en que en la necesidad de ser más eficiente en la absorción de agua para sobrevivir, la salvia se vio obligada a producir más raíces (Tabla 30).

Inclusive podría repetirse este ensayo, para iniciar un proceso de selección, con el fin de obtener plantas ornamentales que se adapten mejor a condiciones desérticas sin perder su condición de atractivo visual.

Porcentaje de Materia Seca:

Otra de las evaluaciones hechas al final del ensayo fue evaluar el porcentaje de materia seca de una selección del 25% del total de plantas. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 31: Materia seca (%) en *S. farinacea* por tratamiento

	Interacción		Mat.seca (%)
	Frec. Riego	Proporciones	
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	44.52 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	42.56 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	41.12 a
T8	14	Sust. Comercial	33.09 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	29.90 a
T4	7	Sust. Comercial	18.66 b
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	18.65 b
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	16.04 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Los tratamientos que fueron regados con una frecuencia semanal (T2, T3 y T4) obtuvieron los menores contenidos porcentuales de materia seca en comparación al resto de tratamientos.

Complementando esta información con lo obtenido en la tabla 33, la frecuencia de riego fue un factor predominante en el contenido porcentual de materia seca, ya que a frecuencias de riego más corta el contenido de materia seca fue menor. Esto pudiendo explicarse en que a riegos más frecuentes mayor turgencia de planta.

Tabla 32: Materia seca (%) en *S. farinacea* por sustratos.

Sustrato	Materia seca (%)
Vermiculita + Turba (40-60)	35.51 a
P. Pómez + Turba (50-50)	30.60 a
Perlita + Turba (50-50)	30.28 a
Sust. Comercial	25.88 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 33: Materia seca (%) en *S. farinacea* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Mat. seca (%)
7 días	20.81 b
14 días	40.32 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

De estos resultados (Tabla 32), no existe una diferencia significativa entre los diferentes sustratos, por lo que el contenido de materia seca, así como la turgencia (evaluada indirectamente en este proceso) es casi idéntica para estos 4 factores.

4.2 *Osteospermum ecklonis*:

Supervivencia:

En cuanto a los resultados obtenidos en *Osteospermum ecklonis*. La supervivencia a lo largo del experimento (30, 60, 90 y 120 días) fue casi total en todos los tratamientos, obteniéndose resultados satisfactorios en todos ellos y sin diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 34).

Tabla 34: Supervivencia (%) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Supervivencia (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120 d.
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T4	7	Sust. Comercial	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T8	14	Sust. Comercial	93.75 a	93.75 a	93.75 a	93.75 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	100.00 a	93.75 a	87.50 a	87.50 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

De igual manera, evaluando de manera individual los factores (sustrato y frecuencia de riego) ninguno de ellos mostró diferencias significativas y siempre mantuvieron resultados satisfactorios por encima del 93% de supervivencia (Tablas 35 y 36).

Tabla 35: Supervivencia (%) en *O. ecklonis* por sustrato

Sustrato	Supervivencia (%)
P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a
Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 a
Sust. Comercial	96.88 a
Perlita + Turba (50-50)	93.75 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 36: Supervivencia (%) en *O. ecklonis* por frec. De riego

Frec. Riego	Supervivencia (%)
7 días	100.00 a
14 días	95.31 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Número de Flores:

Uno de los principales atractivos comerciales de *Osteospermum ecklonis* son sus flores, por lo que se hizo un conteo del total de flores a lo largo del ensayo, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 37):

Tabla 37: Número de flores en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Flores /planta			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T4	7	Sust. Comercial	0.50 a	6.00 a	10.69 a	10.94 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	0.63 a	5.31 a	9.63 a	10.25 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	0.44 a	6.56 a	9.87 a	10.19 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	1.06 a	5.50 a	8.94 a	9.13 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	0.88 a	3.44 b	3.81 b	3.81 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	0.63 a	3.19 b	3.56 b	3.56 b
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	0.63 a	2.56 b	2.81 b	2.81 b
T8	14	Sust. Comercial	0.31 a	1.88 b	2.50 b	2.50 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

A los 30 días después de trasplante, no hubo diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos.

A los 60 días, se presentaron diferencias significativas entre 2 grupos de tratamientos, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 presentaron un mayor número de flores que el resto de tratamientos, esto generado por el riego más frecuente (7 días) en comparación al resto de tratamientos (14 días).



Figura 12: Floración en *O. ecklonis*, riego 7 días (izq.) y riego 14 días (der.)

Entre los 60 y 120 días, existió una disminución de la tasa de floración en ambos grupos de tratamientos, pero de igual manera se mantuvieron las diferencias significativas, siendo los tratamientos con frecuencia de riego más corta los que tuvieron un número significativamente mayor de flores por planta.

Para los tratamientos sometidos a una frecuencia de riego de cada 7 días, la floración se concentró entre los días 30 y 90, siendo la tasa ligeramente mayor entre los días 30 y 60. Mientras que para los tratamientos sometidos a una frecuencia de riego de cada 14 días, la floración se concentró entre los días 30 y 60, para luego registrar una variación mínima hasta el final del ensayo.

Esta última observación es importante puesto que indica que la frecuencia de riego es un factor muy importante para mantener el atractivo comercial en esta especie, a pesar de que la frecuencia de riego de cada 7 días alcanzó mejores resultados que la frecuencia de 14 días, vale resaltar que tras el día 90 la tasa de floración disminuyó, por lo que esta frecuencia de riego no pudo satisfacer las crecientes demandas de la planta, ya que al aumentar el follaje no pudo mantener la tasa de floración de las etapas iniciales del cultivo.

De las evaluaciones (Tabla 38) hechas en la frecuencia de riego, independientemente del sustrato, se pudo observar como el *O. ecklonis* se vio significativamente afectado por los riegos más distanciados (14 días).

Tabla 38: Número de flores en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Flores/planta
7 días	10.13 a
14 días	3.17 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En cuanto a la evaluación del número de flores, teniendo al factor sustrato independiente a la frecuencia de riego, no hubo diferencias significativas entre ninguno de ellos, presentaron resultados bastante parecidos (Tabla 39)

Tabla 39: Número de flores en *O. ecklonis* por sustrato

Sustrato	Flores/planta
P. Pómez + Turba(50-50)	7.00 a
Vermiculita + Turba(40-60)	6.91 a
Sust. Comercial	6.72 a
Perlita + Turba(50-50)	5.97 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

O. ecklonis ha demostrado ser capaz de adaptarse condiciones de menor frecuencia de riego (14 días), pero con una disminución en su capacidad de producción de flores, característica determinante para su función ornamental. Tomando en cuenta la evaluación realizada cada 30 días (Tabla 37), se debe de considerar para el mantenimiento de esta especie, ir acortando la frecuencia de riego a medida que la planta desarrolla un mayor follaje, partiendo de riegos cada 7 días y luego pasar a una frecuencia más corta, , para así no disminuir la floración.

Crecimiento:

En cuanto a la evaluación de crecimiento, se observaron los siguientes resultados:

A los 30 días, los tratamientos con sustrato comercial (T4 y T8) ya presentaban un crecimiento significativamente menor frente al resto de tratamientos. Luego en el ensayo esta diferencia no se mantuvo, por lo que se puede inferir que este sustrato presenta problemas para la adaptación tras el trasplante en *A. setaceus*.

A los 60 días, el tratamiento que presentó menor crecimiento fue el tratamiento 40% Vermiculita + 60% Turba y frecuencia de riego de 14 días (T7), en comparación al resto de tratamientos. Sin embargo, estadísticamente solo presentó diferencias significativas con los tratamientos T1, T2 y T3.

A los 90 días, fueron los tratamientos T6 y T7 los que presentaron diferencias significativas con los tratamientos T1 y T2. Se debe destacar que los 4 tratamientos (T5, T6, T7 y T8) de menor crecimiento, fueron los sometidos a la frecuencia de riego más distanciada.

A los 120 días, los tratamientos T5, T6, T7 y T8 fueron los que presentaron un crecimiento significativamente menor en comparación a los tratamientos T1, T2 y T3. El tratamiento T4, regado cada 7 días y sustrato comercial no presentó diferencias significativas con ninguno de los dos grupos anteriores, mostrando que el sustrato tuvo alguna influencia sobre el crecimiento de las plantas. Esto último pudiendo explicarse con la diferencia observada a los 30 días, por la demora en la adaptación al sustrato.

Tabla 40: Crecimiento (cm) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Crecimiento(cm)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	4.06 a	8.12 a	10.81 a	11.25 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	3.56 a	6.56 a	8.25 a	9.31 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	3.94 a	5.81 a	7.12 ab	8.31 a
T4	7	Sust. Comercial	1.12 b	4.37 ab	6.62 ab	7.38 ab
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	2.94 a	5.13 ab	4.93 b	6.73 b
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	2.88 a	4.87 ab	6.20 ab	6.47 b
T8	14	Sust. Comercial	1.93 b	4.80 ab	5.13 ab	6.13 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	2.50 a	3.75 b	3.81 b	5.75 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Los tratamientos que menos crecieron fueron los sometidos a una frecuencia de riego de 14 días. Por lo que el factor predominante en la variación de altura de planta fue la frecuencia de riego (Tabla 40 y 42).

En la evaluación de los sustratos, independientemente del riego, no hubo diferencias significativas entre ninguno de ellos. (Tabla 41).

Tabla 41: Crecimiento (cm) en *O. ecklonis* por sustrato

Sustrato	Crecimiento(cm)
P. Pómez + Turba (50-50)	9.07 a
Perlita + Turba (50-50)	7.94 a
Vermiculita + Turba (40-60)	7.03 a
Sust. Comercial	6.77 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la tabla 42, se corrobora lo observado en la evaluación de interacciones, donde el factor predominante para determinar un mayor o menor crecimiento fue la frecuencia de riego, ya que las plantas con frecuencia de riego de 14 días fueron significativamente menores en altura que las regadas cada 7 días. (Tabla 42)

Tabla 42: Crecimiento (cm) en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Crecimiento(cm)
7 días	9.06 a
14 días	6.26 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Variación de Cobertura:

En la evaluación de variación de cobertura para *O. ecklonis*, se presentaron los siguientes resultados:

A los 30 días, los tratamientos T6 y T8 presentaron una mayor variación de cobertura en comparación al resto de tratamientos, mientras que el tratamiento T5, presentó una variación de cobertura casi nula. Este último tratamiento (T5) fue el que tuvo una cobertura significativamente menor que el resto de tratamientos.

A los 60 días, solo el tratamiento T5 presentó diferencias significativas con el resto, pues su variación de cobertura se mantuvo casi en cero, mientras que el resto de tratamientos presentaron variaciones de cobertura sin diferencias significativas entre sí.

A los 90 días, fueron los tratamientos T5 y T8 los que presentaron diferencias significativas en cobertura con el resto de tratamientos, pero también las tuvieron entre sí. Siendo el tratamiento T5 el que menor variación de cobertura tuvo.

A los 120 días, el tratamiento T5 fue el que presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. Mientras que el tratamiento T8 entre el día 90 y 120 presentó un mayor desarrollo de cobertura que permitió que al día 120 no existieran diferencias significativas con los demás tratamientos que presentaron una mayor cobertura a lo largo de todo el trabajo realizado.

Tabla 43: Variación de cobertura (%) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Var. Cobertura (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T4	7	Sust. Comercial	2.23 ab	7.26 a	15.75 a	22.19 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	2.25 ab	8.79 a	16.23 a	20.63 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	1.89 ab	7.25 a	14.16 a	18.75 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	3.26 a	9.69 a	14.87 a	18.13 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	2.19 ab	8.13 a	13.62 a	16.25 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	1.87 b	7.24 a	12.15 a	15.63 a
T8	14	Sust. Comercial	2.63 a	7.21 a	8.79 b	11.25 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	0.04 c	0.16 b	0.30 c	0.31 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar los sustratos independientemente de la frecuencia de riego, se encontró que el sustrato 50% Perlita + 50% Turba tuvo un porcentaje de cobertura significativamente menor que el resto de tratamientos.

El resultado del sustrato 50% Perlita + 50% Turba, se vio influenciado por el resultado del tratamiento T5, ya que este tratamiento presentó resultados muy por debajo de la media de los demás tratamientos.

Tabla 44: Variación de cobertura (%) en *O. ecklonis* por sustratos

Sustrato	Var. Cobertura (%)
P. Pómez + Turba (50-50)	18.44 a
Sust. Comercial	16.72 a
Vermiculita + Turba (40-60)	15.94 a
Perlita + Turba (50-50)	10.47 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar la frecuencia de riego, independientemente del sustrato, también se observó diferencias significativas, en el porcentaje de cobertura, entre las frecuencias de 7 y 14 días, siendo la menor frecuencia (7 días) la que presentó los mejores resultados (Tabla 45).

Tabla 45: Variación de cobertura (%) en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Var. Cobertura (%)
7 días	9.03 a
14 días	6.31 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Variación de peso fresco total:

Para el caso de *O. ecklonis* no hubo diferencias significativas, en ganancia de peso, entre los tratamientos. Hubo diferencias numéricas, pero que no fueron estadísticamente significativas (Tabla 46).

Tabla 46: Variación de peso (g) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Var. Peso (g)
	Frec. Riego	Proporciones	
T8	14	Sust. Comercial	73.67 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	72.23 a
T4	7	Sust. Comercial	69.06 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	67.81 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	67.00 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	60.33 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	50.63 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	47.86 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

De igual manera, al hacer la evaluación individual por sustrato y por frecuencia de riego, no hubo diferencias estadísticamente significativas (Tablas 47 y 48).

Tabla 47: Variación de peso (g) en *O. ecklonis* por sustratos

Sustrato	Var. Peso (g)
Sust. Comercial	71.29 a
P. Pómez + Turba (50-50)	67.42 a
Vermiculita + Turba (40-60)	66.33 a
Perlita + Turba (50-50)	49.33 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 48: Variación de peso (g) en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Var. Peso (g)
7 días	64.40 a
14 días	62.75 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Peso Fresco de la Raíz:

En el caso del peso de la raíz de *O. ecklonis*, si hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos T3 y T8, tuvieron un peso de raíz superior al resto de tratamientos, pero solo tuvieron diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento T2.

Tabla 49: Peso fresco de raíz (g) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Peso raíz (g)
	Frec. Riego	Proporciones	
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	40.00 a
T8	14	Sust. Comercial	31.25 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	22.50 ab
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	21.00 ab
T4	7	Sust. Comercial	20.50 ab
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	18.75 ab
T7	14	Vermiculita + Turba(40-60)	16.25 ab
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	8.75 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Para este caso se puede explicar que el desarrollo de raíces en el tratamiento T3 se debió a la proliferación de raíces absorbentes, mientras que en el tratamiento T8 hubo una mezcla de raíces absorbentes y de anclaje.

El tratamiento T2, a pesar de haber estado siempre entre los mejores sustratos evaluados durante el desarrollo del ensayo, presentó un peso de raíz menor que el resto. Esto pudo deberse a la mayor frecuencia de riego (7 días), le permitió tener un mayor crecimiento vegetativo y una buena cobertura, sin necesidad de un gran desarrollo radicular.

En cuanto a los factores individuales sustratos y frecuencia de riego, no se observaron diferencias significativas entre ellos (Tablas 50 y 51).

Tabla 50: Peso fresco de raíz (g) en *O. ecklonis* por sustratos

Sustrato	Peso raíz (g)
Vermiculita + Turba(40-60)	26.43 a
Sust. Comercial	25.88 a
Perlita + Turba(50-50)	20.00 a
P. Pómez + Turba(50-50)	15.63 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 51: Peso fresco de raíz (g) en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Peso raíz (g)
14 días	22.19 a
7 días	21.38 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)



Figura 13: Distribución radicular por sustrato, orden: Vermiculita, Perlita, Sustrato Comercial y Vermiculita

En las Figura 13, se observa una mejor distribución de raíces en los sustratos: Piedra Pómez + Turba, Vermiculita + Turba y Perlita + Turba, frente al Sustrato Comercial, aunque esta distribución no se tradujo en una mayor cantidad de raíces.

Estas evaluaciones confirman la tendencia del sustrato comercial, de ser el de una textura más gruesa en comparación al resto de tratamientos, y por ende generar mayor dificultad para el desarrollo radicular.

Porcentaje de Materia Seca:

En esta evaluación, se muestra que los tratamientos T3 y T8 mostraron un contenido de materia seca superior al resto de tratamientos, siendo estadísticamente significativa la diferencia con el tratamiento T2 (Tabla 52).

El resultado del tratamiento T2, puede explicarse ya que siendo el tratamiento que presentó el mayor crecimiento y el menor peso de raíz; fue el tratamiento que tuvo la relación más alta de follaje/raíz. Por lo que su porcentaje de tejido con mayor turgencia es mayor al del resto de tratamientos, y esto se traduce en un menor contenido de materia seca.

En cuanto a los tratamientos T3 y T8, al ser los que generaron el mayor desarrollo radicular y no ser los mejores tratamientos en cuanto a desarrollo foliar (evaluación de crecimiento), es consecuente que presenten también el mayor contenido de materia seca con respecto al resto de tratamientos.

Tabla 52: Materia seca (%) en *O. ecklonis* por tratamiento

	Interacción		Mat.seca (%)
	Frec. Riego	Proporciones	
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	34.53 a
T8	14	Sust. Comercial	29.38 a
T4	7	Sust. Comercial	27.52 ab
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	25.35 ab
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	24.70 ab
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	23.81 ab
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	23.23 ab
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	17.21 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En cuanto a los factores individuales sustratos y frecuencia de riego, no se observaron diferencias significativas entre ellos (Tablas 53 y 54).

Tabla 53: Materia seca (%) en *O. ecklonis* por sustratos

Sustrato	Mat.seca (%)
Sust. Comercial	28.35 a
Vermiculita + Turba (40-60)	28.07 a
Perlita + Turba (50-50)	24.99 a
P. Pómez + Turba (50-50)	20.51 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 54: Materia seca (%) en *O. ecklonis* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Peso seco (%)
14 días	25.44 a
7 días	25.32 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En este caso en particular, debemos de considerar el comportamiento de *O. ecklonis* frente a los riegos. Las plantas regadas cada 14 días, mostraron claros signos de déficit hídrico antes del siguiente riego, pero luego de ser regadas lograban recuperarse, tal como se observa en las ilustraciones 14 y 15. En el caso de las plantas con 7 días de frecuencia de riego, si bien muestran ya señales de falta de riego a los 7 días, no lo es en la misma magnitud que el de las plantas regadas cada 14 días.



Figura 14: *O. ecklonis* regado cada 7 días, a lo largo de 3 semanas.



Figura 15: *O. ecklonis* regado cada 14 días, a lo largo de 6 semanas.

El último día de evaluación, se tomaron las muestras para las mediciones de peso, vale mencionar que estas muestras fueron tomadas 7 días después del último riego.

4.3 *Asparagus setaceus*:

Supervivencia:

En cuanto a la evaluación de supervivencia, durante los 120 días que duró el experimento, no hubo un tratamiento que destacara sobre los demás. Esto indica que ninguno de los factores estudiados (sustratos y frecuencia de riegos) ni de su interacción, logró diferencias significativas en la supervivencia de *Asparagus setaceus* (Tabla 55).

Tabla 55: Supervivencia (%) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Supervivencia (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120 d.
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
T4	7	Sust. Comercial	100.00 a	93.75 a	93.75 a	93.75 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	93.75 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	100.00 a	93.75 a	93.75 a	87.50 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	87.50 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	100.00 a	100.00 a	100.00 a	87.50 a
T8	14	Sust. Comercial	100.00 a	100.00 a	100.00 a	87.50 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Como se puede observar al evaluar cada factor de manera individual, no hubo ningún sustrato ni frecuencia de riego que presentara resultados estadísticamente diferentes al resto, de igual manera se observó promedios de alrededor del 90% de supervivencia, que es considerado un resultado satisfactorio (Tablas 56 y 57).

Tabla 56: Supervivencia en *A. setaceus* por sustrato

Sustrato	Supervivencia (%)
P. Pómez + Turba(50-50)	93.75 a
Vermiculita + Turba(40-60)	93.75 a
Perlita + Turba(50-50)	90.63 a
Sust. Comercial	90.63 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Tabla 57: Supervivencia (%) en *A. setaceus* por sustrato

Frec. Riego	Supervivencia (%)
14 días	95.31 a
7 días	89.06 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Crecimiento:

En la evaluación de crecimiento de *A. setaceus*, se presentaron los siguientes resultados:

A los 30 días, los tratamientos T1 y T6 presentaron una altura de planta superior al del resto de tratamientos, siendo estadísticamente significativa la diferencia con respecto al tratamiento T2.

A los 60 días, fueron los tratamientos T1 y T3 los que presentaron resultados significativamente superiores con respecto a T2 y T8.

A los 90 y 120 días, el tratamiento T3 fue el de mayor crecimiento, siendo la diferencia estadísticamente significativa con respecto al resto de tratamientos.

Tabla 58: Crecimiento (cm) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Crecimiento(cm)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	0.50 ab	5.31 a	6.69 a	6.20 a
T4	7	Sust. Comercial	0.50 ab	2.13 ab	3.56 b	4.53 b
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	2.00 a	3.66 a	4.38 b	4.33 b
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	2.25 a	3.00 ab	2.81 b	3.13 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	0.25 ab	2.13 ab	2.81 b	3.07 b
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	0.44 ab	1.88 ab	2.00 bc	2.44 bc
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	-0.12 b	0.75 b	1.31 bc	2.25 bc
T8	14	Sust. Comercial	0.37 ab	0.06 b	-0.18 c	1.26 c

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar independientemente el factor sustrato, se pudo observar que todos los tratamientos mostraron resultados uniformes, por tanto no fue un factor determinante en el crecimiento de *Asparagus setaceus* (Tabla 59).

Tabla 59: Crecimiento (cm) en *A. setaceus* por sustrato

Sustrato	Crecimiento(cm)
Vermiculita + Turba (40-60)	4.63 a
Perlita + Turba (50-50)	3.36 a
Sust. Comercial	2.90 a
P. Pómez + Turba (50-50)	2.69 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al considerar independientemente la frecuencia de riego, no se observaron diferencias significativas entre las frecuencias de riego de 7 y 14 días. Debido a la alta variabilidad de los resultados obtenidos en esta evaluación, a pesar de existir una diferencia numérica entre ambas frecuencias, esta no es suficiente para que sea estadísticamente significativa.

Tabla 60: Crecimiento (cm) en *A. setaceus* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Crecimiento(cm)
7 días	4.30 a
14 días	2.48 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Variación de Cobertura:

En cuanto a la evaluación de cobertura, se tuvieron los siguientes resultados:

A los 30 días, los tratamientos T1, T3, T5 y T7 presentaron resultados superiores estadísticamente significativos con respecto a los tratamientos T2, T4 y T8, quienes presentaron el menor crecimiento durante este lapso de tiempo.

A los 60 días, se observó un mayor incremento de cobertura en todos los tratamientos, donde los tratamientos T2, T3, T5, T6 y T7 presentaron la mayor variación de cobertura, siendo

esta diferencia significativa con respecto a la variación de cobertura del tratamiento T8, que fue el que presentó la menor variación de cobertura.

A los 90 días, los tratamientos T2, T3 y T5 fueron los que presentaron la mayor variación de cobertura, siendo esta diferencia significativa con respecto a los tratamientos T1, T4 y T8.

A los 120 días, fueron los tratamientos T2 y T3 los que presentaron la mayor variación porcentual de cobertura con respecto a su cobertura inicial, siendo esta diferencia estadísticamente significativa con respecto al resto de tratamientos. De igual manera el tratamiento T8 presentó la menor variación porcentual de cobertura, esta diferencia también fue estadísticamente significativa con respecto al resto de tratamientos.

Combinando las evaluaciones de crecimiento (Tabla 58) y variación de cobertura (Tabla 61), se puede observar que el tratamiento T8 fue el que presentó los peores resultados en ambas evaluaciones, con diferencias estadísticamente significativas en ambos casos, por lo que se observa que el sustrato comercial a una frecuencia de riego de 14 días no presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de *A. setaceus*.

Tabla 61: Variación de cobertura (%) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Var. Cobertura (%)			
	Frec. Riego	Proporciones	30 d.	60 d.	90 d.	120d.
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	4.32 a	9.13 a	15.83 a	24.68 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	2.13 b	8.25 a	14.12 a	20.63 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	5.13 a	8.67 a	12.15 a	17.50 b
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	3.25 ab	7.00 a	11.41 ab	15.94 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	4.13 a	7.85 a	11.23 ab	14.69 b
T4	7	Sust. Comercial	1.13 b	4.26 ab	8.87 bc	14.06 b
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	4.25 a	6.75 ab	9.23 bc	12.81 b
T8	14	Sust. Comercial	0.79 b	1.75 b	3.85 c	5.00 c

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar independientemente el factor sustrato, se puede concluir que el sustrato comercial tuvo la menor variación de cobertura, siendo esta diferencia estadísticamente significativa con respecto a los tres sustratos restantes (Tabla 62).

Tabla 62: Variación de cobertura (%) en *A. setaceus* por sustratos

Sustrato	Var. Cobertura (%)
Vermiculita + Turba (40-60)	19.69 a
P. Pómez + Turba (50-50)	18.28 a
Perlita + Turba (50-50)	15.16 a
Sust. Comercial	9.53 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Al evaluar independientemente la frecuencia de riego, se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas frecuencias de riego, siendo la frecuencia de riego de cada 7 días más adecuada que la de 14 días.

En esta evaluación también es necesario considerar los resultados obtenidos en la evaluación de crecimiento (Tabla 60) donde no existió diferencia significativa entre ambas frecuencias de riego. El hecho de que no exista diferencia significativa entre el crecimiento vertical de ambas frecuencias de riego, no quiere decir que no se haya presentado diferencia en el desarrollo de follaje, y es la evaluación de variación de cobertura (Tabla 63) que nos permite afirmar que *A. setaceus* genera un mayor desarrollo vegetativo al estar bajo una frecuencia de riego de cada 7 días en comparación a una frecuencia de riego de cada 14 días.

Tabla 63: Variación de cobertura (%) en *A. setaceus* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Var. Cobertura (%)
7 días	18.05 a
14 días	13.28 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)



Figura 16: Cobertura *Asparagus setaceus* frecuencia de riego 7 días(izq) y 14 días (der)

Variación de peso fresco total:

La variación de peso en *A. setaceus* presentó los siguientes resultados: Los tratamientos T2, T3, T6 y T7 obtuvieron la mayor variación de peso fresco y esta fue estadísticamente significativa con respecto al resto de tratamientos. (Tabla 64)

En cambio, los tratamientos con Sustrato Comercial (T4 y T8) presentaron la menor variación de peso fresco, siendo estadísticamente significativa la diferencia con respecto al resto de tratamientos. Esto guarda relación con los resultados obtenidos en cobertura (Tabla 61) para ambos tratamientos, donde fueron 2 de los 3 tratamientos con las menores variaciones porcentuales de cobertura. Mientras que en la evaluación de crecimiento (Tabla 58) el tratamiento T8 fue el de menor crecimiento vertical, T4 curiosamente presentó el segundo mayor crecimiento entre todos los tratamientos, esta última observación concuerda con lo expuesto en la evaluación de cobertura por frecuencias de riego (Tabla 63), que el crecimiento vertical de *A. setaceus* no es directamente proporcional al desarrollo vegetativo.

Tabla 64: Variación de peso (g) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Var. Peso (g)
	Frec. Riego	Proporciones	
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	50.94 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	40.94 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	38.44 a
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	37.00 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	26.88 b
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	20.00 b
T8	14	Sust. Comercial	16.67 c
T4	7	Sust. Comercial	5.00 c

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la evaluación de los sustratos, independientemente de la frecuencia de riego, las mezclas Piedra Pómez + Turba y Vermiculita + Turba fueron las que presentaron una variación de peso superior estadísticamente significativa con respecto a los demás sustratos, seguido por la mezcla Perlita + Turba y finalmente el Sustrato Comercial. (Tabla 65).

Tabla 65: Variación de peso (g) en *A. setaceus* por sustratos

Sustrato	Var. Peso (g)
Vermiculita + Turba (40-60)	44.19 a
P. Pómez + Turba (50-50)	39.69 a
Perlita + Turba (50-50)	23.44 b
Sust. Comercial	10.65 c

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la evaluación de la frecuencia de riego, independientemente del sustrato, no hubo diferencias significativas entre los 7 y 14 días. Al realizar una comparación de promedios, los resultados son casi idénticos, ganando en ambos casos unos 29 g. de peso fresco por planta durante la presente investigación (Tabla 66).

Tabla 66: Ganancia de peso (g) en *A. setaceus* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Ganancia Peso (g)
14 días	29.84 a
7 días	29.22 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

Peso Fresco de Raíz:

Los tratamientos T2, T3, T4, T6 y T8 presentaron un peso de raíz significativamente mayor al resto de tratamientos.

Vale la pena resaltar, que los tratamientos con mayor peso de raíz fueron los tratamientos T4 y T8, ambos con sustrato comercial, corroborando la observación hecha en evaluaciones anteriores de que fueron los tratamientos de menor desarrollo vegetativo, a pesar de haber presentado el mayor peso fresco de raíz; esta desigualdad entre desarrollo vegetativo y desarrollo radicular se debe a que el gran parte de las raíces generadas en el sustrato comercial son raíces de anclaje y de exploración, demostrando que no fue fácil para la planta desarrollarse en este sustrato; en comparación al resto de tratamientos donde se observa una mayor proporción de raíces absorbentes, que son de menor peso. (Figura 17)

Tabla 67: Peso fresco de raíz (g) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Peso raíz (g)
	Frec. Riego	Proporciones	
T4	7	Sust. Comercial	30.00 a
T8	14	Sust. Comercial	28.75 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	25.00 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	22.50 a
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	21.25 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	16.00 b
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	15.00 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	9.33 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la evaluación de sustratos, independientemente de la frecuencia de riego, se observó un peso de raíz significativamente mayor en los sustratos: Piedra Pómez + Turba y Sustrato Comercial.

Aunque en este caso se debe de diferenciar, para la mezcla Piedra Pómez + Turba hubo una mayor población radicular de raíces absorbentes así como de raíces de anclaje, así también en las evaluaciones anteriores este sustrato presentó buenos resultados en cuanto a la variación de cobertura así como en la variación de peso fresco total de planta. Por lo que el elevado peso fresco de raíz es consecuencia de una relación adecuada entre desarrollo foliar y crecimiento radicular. Mientras que en el caso del sustrato comercial, por las razones antes expuestas, el elevado crecimiento radicular no generó desarrollo foliar en la misma proporción (Tabla 68 e Figura 17).

Tabla 68: Peso fresco de raíz (g) en *A. setaceus* por sustratos

Sustrato	Peso raíz (g)
Sust. Comercial	29.38 a
P. Pómez + Turba (50-50)	23.38 a
Vermiculita + Turba (40-60)	16.14 b
Perlita + Turba (50-50)	15.56 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

La frecuencia de riego, independientemente del sustrato, no fue un factor influyente en el peso de la raíz de *A. setaceus*. No hubo diferencias significativas. (Tabla 69).



Figura 17: Desarrollo radicular en *A. setaceus*. Orden: Piedra Pómez, Sustrato Comercial, Perlita y Vermiculita

Tabla 69: Peso fresco de raíz (g) en *A. setaceus* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Peso raíz (g)
7 días	22.81 a
14 días	19.56 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha = 0.05$)

Porcentaje de Materia Seca:

Los tratamientos T1, T2, T4, T6 y T8 presentaron diferencias significativas con los tratamientos restantes T3, T5 y T7 (Tabla 70).

Entre los tratamientos con menor porcentaje de materia seca, destaca el tratamiento T3, ya que este tratamiento en las evaluaciones durante el ensayo (crecimiento, variación de cobertura, variación de peso fresco) fue el tratamiento que presentó los mejores resultados, no obstante en la evaluación de peso de raíz, no fue el mejor tratamiento, pero la población de raíces absorbentes fue bastante alta (Figura 17). Por lo que en base a este tratamiento podemos inferir que a pesar de ser *A. setaceus* una especie de baja demanda hídrica, sustratos que presenten las mejores condiciones para la absorción de agua y nutrientes de forma sostenida, generaran un mayor desarrollo de planta.

La turgencia es una forma de poder evaluar si el sustrato y régimen de riego que se seleccionó es el adecuado para *A. setaceus*, ya que como visto en esta evaluación, a mayor contenido de materia seca menor presencia de tejido turgente. Por lo que contar con una planta de *A. setaceus* con follaje en crecimiento y turgente es un claro indicador de que el manejo es el adecuado.

Los tratamientos con Sustrato Comercial (T4 y T8), presentaron el mayor desarrollo de raíces de anclaje (tabla 70). Existió diferencia numérica entre ellos y los tratamientos T1, T2 y T6, pero no fue estadísticamente significativa. Mientras que los tratamientos T3 T5 y T7 presentaron diferencias significativas con respecto al resto de tratamientos, siendo los de menor contenido de materia seca.

Tabla 70: Materia seca (%) en *A. setaceus* por tratamiento

	Interacción		Peso seco (%)
	Frec. Riego	Proporciones	
T8	14	Sust. Comercial	41.01 a
T4	7	Sust. Comercial	39.16 a
T6	14	P. Pómez + Turba (50-50)	31.49 a
T2	7	P. Pómez + Turba (50-50)	29.91 a
T1	7	Perlita + Turba (50-50)	25.85 a
T5	14	Perlita + Turba (50-50)	22.92 b
T3	7	Vermiculita + Turba (40-60)	18.91 b
T7	14	Vermiculita + Turba (40-60)	14.57 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la evaluación de sustratos, independientemente de la frecuencia de riego, se observó un porcentaje significativamente menor de materia seca en la mezcla Vermiculita + Turba. Por lo que las plantas en este sustrato fueron las que presentaron el menor stress hídrico. (Tabla 71).

Tabla 71: Materia seca (%) en *A. setaceus* por sustratos

Sustrato	Peso seco (%)
Sust. Comercial	40.09 a
P. Pómez + Turba (50-50)	30.81 a
Perlita + Turba (50-50)	24.22 a
Vermiculita + Turba (40-60)	17.05 b

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

En la evaluación de frecuencia de riego, independientemente del tipo de sustrato, no hubo diferencias significativas en los porcentajes de materia seca. Los resultados de la comparación de medias, muestran resultados casi idénticos (Tabla 72).

Tabla 72: Materia seca (%) en *A. setaceus* por frecuencia de riego

Frec. Riego	Peso seco (%)
7 días	28.36 a
14 días	28.02 a

Nivel de confianza: 0.95 ($\alpha=0.05$)

V. CONCLUSIONES

Por los resultados observados y la naturaleza del ensayo, las conclusiones deben de ser diferenciadas para cada una de las especies, por las características propias de cada una de estas.

1. *Salvia farinacea*:

- Se obtuvo un alto porcentaje de mortandad en todos los tratamientos, esto influyó en los resultados del ensayo. Esto se debió principalmente a que las frecuencias de riego ensayadas no proporcionaron las condiciones adecuadas para el desarrollo de *S. farinacea*. Por lo que se concluye que la frecuencia de riego fue el factor determinante, así como que debe de ser más corta que cada 7 días.
- De entre los sustratos, fue el sustrato comercial el que presentó las peores condiciones para el desarrollo de *S. farinacea*. Por lo que mantener este cultivo con un atractivo ornamental generará una mayor demanda hídrica en comparación al resto de tratamientos, descartándolo así como un sustrato viable para *S. farinacea* en condiciones de jardín vertical.
- De los otros 3 sustratos restantes puestos en prueba, no se puede afirmar que ninguno de ellos bajo ninguna de las 2 frecuencias de riego ensayadas haya presentado mejores condiciones para el desarrollo de *S. farinacea* en comparación al resto de tratamientos.
- La alta mortandad observada en el ensayo impide obtener conclusiones claras, sin embargo, los resultados obtenidos deberían de ser tomados en el establecimiento de futuros ensayos, esto se detalla en las recomendaciones.

2. *Osteospermum ecklonis*:

- La frecuencia de riego que mejor resultados mostró para *Osteospermum ecklonis*. fue cada 7 días, sin embargo como observado en los resultados, la tasa de floración disminuyó tras el día 60, siendo este el principal atractivo comercial de *O. ecklonis*, se debe de considerar aumentar la frecuencia de riego mientras aumenta el desarrollo vegetativo para no comprometer la floración.

- Las plantas sometidas a la frecuencia de riego de cada 14 días, entre los riegos, presentaron stress por falta de agua en todos los sustratos, siendo este stress mayor a medida que la planta desarrollaba un mayor follaje. Este stress siempre se superó tras regar, pero tuvo efecto en los resultados obtenidos, ya que el desarrollo vegetativo y la floración, y en general, su atractivo ornamental fue menor en comparación a una frecuencia de riego más corta.
- La frecuencia de riego fue el factor predominante, ya que a pesar de que existieron diferencias significativas entre tratamientos en algunas evaluaciones, al evaluar los sustratos independientemente de la frecuencia de riego, no existieron diferencias significativas entre ellos (Salvo para la variación de cobertura).
- La elección del sustrato no fue un factor determinante para el desarrollo de *O. ecklonis*, por lo que para su establecimiento en un jardín vertical debe de primar el factor económico, para las condiciones de este ensayo el sustrato de menor costo fue la mezcla de Turba con Piedra pómez, que es la que presentó la mejor relación costo/beneficio.

3. *Asparagus setaceus*:

- La frecuencia de riego que mejores resultados mostró fue de cada 7 días, siendo *Asparagus setaceus* de baja demanda hídrica, por los resultados obtenidos se puede concluir que en un sustrato adecuado, esta frecuencia de riego es adecuada para *A. setaceus*.
- El sustrato comercial bajo un régimen de riego de cada 14 días presentó los resultados menos satisfactorios en las evaluaciones hechas a lo largo del ensayo. Mientras que sometido a una frecuencia de riego de cada 7 días, a pesar de ser la segunda de mayor crecimiento y de mayor peso fresco de raíz, fue de los tratamientos con menor variación de cobertura y ganancia de peso fresco. Por lo que al evaluar independientemente de la frecuencia de riego, se puede concluir que el sustrato comercial fue el que presentó las peores condiciones para el desarrollo de *A. setaceus*.
- En este ensayo, la evaluación de crecimiento no fue un indicador adecuado para evaluar el desarrollo vegetativo de *A. setaceus*, ya que no presentó una relación directa con la variación de cobertura y ganancia de peso fresco.
- La interacción de sustrato y frecuencia de riego fueron muy importantes en este ensayo, la mezcla de Turba con Vermiculita bajo una frecuencia de riego de cada 7 días (T3),

obtuvo los mejores resultados en cuanto a variación de cobertura, variación de peso fresco, desarrollo de raíces absorbentes y turgencia. La mezcla de Turba con Piedra pómez a frecuencia de riego de cada 7 días (T2) presentó también resultados satisfactorios en estas evaluaciones pero en menor magnitud que el tratamiento T3.

- La turgencia es un indicador del desarrollo vegetativo de *A. setaceus*, ya que tomando en cuenta los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones, los tratamientos que presentaron el menor porcentaje de materia seca, es decir el mayor contenido de agua en sus tejidos, fueron los que presentaron los mejores resultados.
- En cuanto a los sustratos, por lo antes expuesto, las mezclas de Turba con Vermiculita y Turba con Piedra pómez fueron los que presentaron los mejores resultados en las diferentes evaluaciones. Por lo tanto, la elección de cualquiera de ellos para el establecimiento de un jardín vertical, dependerá de la facilidad de acceso así como al costo. Para las condiciones de este ensayo el sustrato de menor costo fue la mezcla de Turba con Piedra pómez, que es la que presentó la mejor relación costo/beneficio

VI. RECOMENDACIONES

- Para *S. farinacea* y *O. ecklonis* la frecuencia de riego fue el factor predominante en el desarrollo de ambas especies. Por lo que se debe de establecer frecuencias de riego más cortas a las ensayadas en el presente trabajo. Con la finalidad de generar un uso adecuado del agua, que es uno de los principales objetivos de este ensayo, se debe de establecer frecuencias de riego diferenciadas para cada estadio fenológico de estas especies, buscando que esta frecuencia sea lo más separada posible sin comprometer el atractivo ornamental de *S. farinacea* y *O. ecklonis*.
- En cuanto a los sustratos, a pesar de solo haber sido un factor determinante en el ensayo en *A. setaceus*, los ensayos en estos no deben de ser desestimados, el hacer uso de diferentes sustratos base y mezclas de estos a diferentes proporciones podrían generar ventajas comparativas con respecto a jardines verticales ya establecidos.
- El manejo de un jardín vertical depende mucho del manejo del drenaje, esto aplica para todas las estructuras descritas en la revisión de literatura del presente trabajo. Problemas en el drenaje generarán sobre costos en mantenimiento y pérdidas de calidad ornamental en las plantas.
- Para alcanzar el objetivo de hacer un uso eficiente del agua sin el uso de riego tecnificado, se debe hacer selección de material vegetal de baja demanda hídrica, para que se adapte a sustratos de baja densidad aparente y alto drenaje. Así también la selección debe ser de plantas de tamaño pequeño a mediano dependiendo del jardín vertical y el objetivo visual que se plantee. Ya que como se observó en el presente trabajo, *S. farinacea* y *O. ecklonis*, de alta y media demanda hídrica respectivamente, a pesar de ser instaladas en sustratos adecuados para jardines verticales, las frecuencias de riego propuestas no brindaron las condiciones para su desarrollo ornamental.
- Se debe de realizar más ensayos teniendo la piedra pómez como sustrato, ya sea como sustrato único o en mezcla, se han hecho pocos ensayos y su uso es muy reducido, pero está demostrando ser un sustrato de muy buenas características. Como mencionado en la revisión de literatura, en ensayos realizados por la Dirección de servicios de protección fitosanitaria de Costa Rica la piedra pómez ha probado en casos poder ser usada como sustrato único.

- Se debe de considerar la posibilidad de repetir este ensayo y/o otros en jardines verticales en diferentes estaciones, para evaluar el efecto que puedan tener sobre su desarrollo las diferentes condiciones meteorológicas y determinar la existencia y/o magnitud de correlaciones entre temperatura, humedad relativa, horas luz, etc. Con diferentes características ornamentales de las diferentes especies que se desarrollan en jardines verticales. Y así corroborar si las relaciones son las mismas entre cultivos ornamentales en suelo y en jardines verticales.
- En futuros ensayos en jardines verticales donde se evalúe el efecto de diferentes sustratos, se debe de tomar en consideración la humedad volumétrica del sustrato pues el volumen de los sustratos es un común denominador entre ellos, siendo entonces esta variable la más adecuada para el análisis y selección respectiva.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDRI, E. Y JONES, P. (2008). Temperature decrease in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment* 43 (2008) 480- 493.
2. BELLOMO, A. (2003). *Pareti verdi, Sistemi editoriali*, Napoli, Italia
3. BOHEMEN, van H. (2005). *Ecological engineering, bridging between ecology and civil engineering*. Publications Aeneas technical.
4. DIRECCION DE SERVICIOS DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA (2002). *Producción de Sustratos para Viveros*. Costa Rica.
5. DUNNET, N. Y KINGSBURY, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press, Oregon.
6. ECONOMIA Y VIVEROS [en línea] [ref. de 12 de septiembre de 2013].
Disponible en web:
http://www.economiayviveros.com.ar/julio2013/produccion_cultivo-plantas_ornamentales_y_flores_de_corte_1.html
7. ESCRIVÁ, M. (2011). *Jardín Orgánico: Una guía esencial para crear un jardín natural con técnicas ecológicas*. Primera edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros. Pp 74-88.
8. FLORES, M., ALEGRÍA, J. y GRANDA, A. (2004). *Diversidad florística asociada a las lagunas andinas Pomacocha y Habascocha*, Junín, Perú. UNMSM.
9. GÓMEZ, J. (1966). *Notas sobre la vegetación del valle de Marca*. *Biota* 6(47): 93-123.
10. GONZALES, A., BAÑON, A. Y FERNANDEZ, J. (1998). *Cultivos Ornamentales para complementos del ramo de flor*. 198-219.

11. HENDRIKS, C. F., BIJEN, J.M, FELIX, F., FRAAIJ, A.L.A., JANSE, H., DE MUNCK, E.D., REINTJES, R.C., SCHUTTE-POSTMA, E.T., STROEVEN, P., VOGTLANDER, J.G., VAN DER WEGEN, G.J.L. (2000). Durable and sustainable construction materials. ISBN 90-75-365-30-6.
12. HINDLE RICHARD, L. (2012). A vertical garden: origins of the Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938), *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes: An International Quarterly*, 32:2, 99-110.
13. INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SERVICE [en línea]. [ref. de 12 de septiembre de 2013]. Disponible en www.itis.gov
14. KÖHLER, M. (2008). Green façades-a view back and some vision, *Urban Ecosyst* 11:423-436, doi 10.1007/s11252-008-0063-x
15. KRUSCHE, P., KRUSCHE, M., ALTHAUS, D., GABRIEL, I. (1982). Construir ecológico. Publicado por umweltbunde- terciopelo, Bauverlag
16. MISSOURI BOTANICAL GARDEN [en línea]. [ref. de 12 de septiembre de 2013]. Disponible en web:
<http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/plant-finder/plant-details/kc/a605/salvia-farinacea.aspx>
17. MASS, E. Y ADAMSON, R. (1972). Resistance of sawdusts, peats and bark to decomposition in the presence of soil and nutrient solution. *Proceedings of the Soil Science Society of America* 36; 769-772.
18. MISSOURI BOTANICAL GARDEN [en línea]. [ref. de 12 de septiembre de 2013]. Disponible en web:
<http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/plant-finder/plant-details/kc/a505/dimorphothea-pluvialis.aspx>
19. MISSOURI BOTANICAL GARDEN [en línea]. [ref. de 12 de septiembre de 2013]. Disponible en web:

<http://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/plant-finder/plant-details/kc/b629/asparagus-setaceus.aspx>

20. MORA, L. (1999). Conferencia 73: Sustratos para cultivos sin suelo o Hidroponía. III Congreso nacional de suelos. Costa Rica.
21. NAU, J. (2011). Ball Red Book, Volume 2. 567-569, 663,664.
22. NORDENSTAM, B. Y BREMER K. (1994). Tribe Calenduleae in: Asteraceae: Cladistics and Classification. Portland, Oregon: Timber Press, Pp. 365–376.
23. ONG, B. (2003). Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 63 (4). Extraído el 18 de Abril de 2013, de Science Direct database.
24. ONISHI, A., CAO, X., ITO, T., SHI, F., IMURA, H. (2010). Evaluating the potential for urban heat-island mitigation by greening parking lots. *Urban Forestry & Urban Greening* 9 (2010) 323-332.
25. OTTELÉ, M. VAN BOHEMEN, H., FRAAIJ, A.L.A. (2010). Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls, *Ecological Engineering* 36 154- 162.
26. OTTELÉ M., PERINI, K., FRAAIJ, A.L.A., HAAS, M., RAITERI, R. (2011). Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety*, Volume 5.
27. PALACIOS, J. (2014). Bases agronómicas para el desarrollo de Jardines Verticales. Programa de Investigación en Ornamentales de la UNALM. 4-7.
28. POWE, N.A. Y WILLIS, K.G. (2004). Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO₂ and PM₁₀) adsorption attributable to woodland in Britain, *Journal of Environmental Management* , 70, 119-128.

29. PULSELLI, R.M., SIMONCINI, E., PULSELLI, F.M. Y BASTIANONI, S. (2006). Energy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. *Energy and Buildings* 39, 620-628.
30. RAVIV, M. Y LIETH, J. (2008). Soilless culture. *Theory and Practice*. 460-474, 484-487, 508-515.
31. RAVIV, M., INBAR, Y. Y CHEN, Y. (1986). Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. 257-287.
32. STEMBERG, T., VILES, H., CARTHERSIDES, A. Y EDWARDS, M. (2010). Dust particulate absorption by Ivy (*Hedera helix* L.) on historic walls in urban environments. *Science of the Total Environment*, 409,162-168.
33. TAHA, H. (1997). Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings* 25, 99-103.
34. ULRICH, R.S. Y SIMONS, R. (1986). Recovery from stress during exposure to every day outdoor environments. In Wineman, J., Barns, R., Zimring, C., *The costs of not knowing, proceedings of the seventieth annual conference of the environmental research association, Washington DC*.
35. WONG, N.H., KUANG, A., Y CHEN, Y. (2009). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls, *Building and Environment*, doi:10.1016/j.buildenv.2009.08.005

VIII. ANEXOS

1. Data meteorológica: Temperatura

Rótulos de fila	12:00 a.m.	03:00 a.m.	06:00 a.m.	09:00 a.m.	12:00 p.m.	03:00 p.m.	06:00 p.m.	09:00 p.m.	Promedio
17/08/2013	20.5	20.2	19.8	19.6	19.6	20.1	19.9	19.7	19.93
18/08/2013	19.3	18.9	18.6	18.6	19.9	20.5	20.7	20.3	19.60
19/08/2013	19.7	19.4	19.1	21.4	23.3	24.3	24.7	23	21.86
20/08/2013	22.1	21.6	21.1	23.1	24.1	24.5	24.8	23.6	23.11
21/08/2013	23	22.3	21.5	23.3	23.8	24.2	24.6	22.9	23.20
22/08/2013	21.8	21.2	20.7	22.7	24.1	24.4	23.8	23.3	22.75
23/08/2013	22.4	21.8	21.2	23.1	24.4	24.8	25.4	24.3	23.43
24/08/2013	23.4	22.4	22	22.1	23.1	23.6	23.4	23.8	22.98
25/08/2013	23.4	23	22.3	22.5	23.7	24.2	24.4	24.3	23.48
26/08/2013	23.9	23.4	22.7	23.1	24.3	24.9	24.8	22.8	23.74
27/08/2013	21.9	21.2	20.7	22.5	23.3	24.2	24.3	22.9	22.63
28/08/2013	22.1	21.6	20.9	23.1	24.3	24.6	24.2	23.4	23.03
29/08/2013	22.7	22.1	21.2	23.3	24.5	25.3	25.7	24.5	23.66
30/08/2013	23.9	23.4	22.7	22.4	22.8	23	23.1	22.8	23.01
31/08/2013	22.1	21.7	21.3	21.3	21.7	22.1	22.1	21.9	21.78
01/09/2013	21.5	21.1	20.6	20.4	20.6	20.8	20.9	20.8	20.84
02/09/2013	20.7	20.5	20.3	22.1	23.1	24.2	24.3	22.6	22.23
03/09/2013	21.8	21.4	20.9	23	23.6	24.2	24.4	22.5	22.73
04/09/2013	21.6	20.9	20.7	23.4	24.4	24.3	24.2	24	22.94
05/09/2013	23.5	22.9	22.2	24.6	24.8	25.5	25.9	24.4	24.23
06/09/2013	23.8	23.3	22.6	23.5	24.9	25.3	25.1	23.1	23.95
07/09/2013	22.1	21.3	20.7	20.6	23	24	22.9	21.4	22.00
08/09/2013	20.6	20.3	20.1	20.2	21	21.6	22.5	22.6	21.11
09/09/2013	22.2	21.7	20.9	24	24.9	25.7	26.5	25	23.86
10/09/2013	24.4	23.7	23.1	25.3	26.5	27.8	28.2	26.4	25.68
11/09/2013	25.7	24.9	24.5	25.7	26.3	26.9	26.2	25.2	25.68
12/09/2013	24.7	24.3	23.7	24.9	25.8	26.6	26.3	25.1	25.18
13/09/2013	24.4	23.9	23.3	25.9	26.8	27.8	28.4	27.1	25.95
14/09/2013	26	25.2	24.5	25.7	25.8	25.9	26.2	25.9	25.65
15/09/2013	25.3	24.9	24.5	24.3	24.9	25.2	25.3	25.2	24.95
16/09/2013	25.1	24.6	24.2	25.4	25.8	26.4	26.3	24.3	25.26
17/09/2013	23.4	22.6	22	23.9	24.6	25	24.9	23.1	23.69
18/09/2013	22.1	21.6	20.9	23.4	24.1	24.7	25.1	23.8	23.21
19/09/2013	22.6	21.7	21.1	23.3	24.4	25.1	25.8	23.9	23.49
20/09/2013	23.1	22.3	21.8	24.5	25.6	26.9	26.1	25.3	24.45
21/09/2013	24.8	24.4	23.8	23.5	25.5	26.8	27.2	25.3	25.16
22/09/2013	24.7	24.2	23.6	23.2	23.1	23.4	23.1	22.7	23.50
23/09/2013	22.3	21.8	21.3	23.1	23.6	24.8	25	23.2	23.14
24/09/2013	22.6	21.9	21.4	23.3	23.8	24.5	23.3	22.1	22.86
25/09/2013	21.3	20.8	20.5	22.2	23.2	24.2	24.8	23.2	22.53

26/09/2013	22.4	21.7	21.3	22.9	24.4	25.2	25.8	24.4	23.51
27/09/2013	23.6	22.9	22.3	23.9	24.8	25.3	25.4	23.8	24.00
28/09/2013	23.1	22.2	21.6	21.4	21.9	22.5	22.9	22.8	22.30
29/09/2013	22.6	22.2	21.7	21.6	22.2	22.6	23.1	23.1	22.39
30/09/2013	22.8	22.4	22.1	22.7	23.7	24.2	24.1	24	23.25
01/10/2013	23.7	23.2	22.6	23.1	23.7	24.2	24.1	23.9	23.56
02/10/2013	23.4	23.1	22.4	22.7	23	23.6	23.3	23	23.06
03/10/2013	22.5	22.1	21.4	23.1	22.5	22.8	22.4	22.1	22.36
04/10/2013	21.7	21.3	20.9	21.2	21.4	22.2	21.7	21.4	21.48
05/10/2013	21	20.7	20.4	20.6	21.4	22.1	22.7	22.7	21.45
06/10/2013	22.4	21.9	21.2	22.4	22.9	23.4	23.9	23.9	22.75
07/10/2013	23.7	23.1	22.5	22.4	22.7	23	23.2	23	22.95
08/10/2013	22.7	22.1	21.6	21.4	21.5	21.8	22.1	22.1	21.91
09/10/2013	21.7	21.2	21.1	23.4	24.6	25.1	24.9	24.2	23.28
10/10/2013	23.5	23	22.3	23.9	24.8	25.4	26	24.3	24.15
11/10/2013	23.7	23	22.4	24.8	25.4	26.6	26.8	25.2	24.74
12/10/2013	24.5	24.1	23.3	23.3	24.2	24.3	24.4	24.2	24.04
13/10/2013	23.8	23.2	22.6	22.7	23.3	23.7	24.1	23.8	23.40
14/10/2013	23.4	23	22.4	25.3	25.9	27.3	27.5	26.1	25.11
15/10/2013	25.4	24.7	24.3	25.8	26.3	26.7	27.3	25.8	25.79
16/10/2013	25.1	24.5	24.1	26.2	27.1	27.7	28.5	26.4	26.20
17/10/2013	25.7	25.1	24.6	26.1	26.7	27.7	28.2	26.2	26.29
18/10/2013	25.7	24.9	24.5	25.8	26.6	25.6	26.8	25.3	25.65
19/10/2013	24.8	24.5	24	23.7	23.7	24.1	24	23.6	24.05
20/10/2013	23.2	22.7	22.4	22.1	22.4	23	23.2	23	22.75
21/10/2013	22.7	22.4	21.9	22.6	23.4	24.3	24.1	23.7	23.14
22/10/2013	23.3	22.8	22.4	24.5	25.7	26.6	26.9	25.4	24.70
23/10/2013	24.9	24.3	23.9	25.4	26.3	27.2	27.7	25.5	25.65
24/10/2013	24.8	24.4	24.1	26.6	27.3	26.2	26	26.2	25.70
25/10/2013	25.6	25.1	24.7	26.3	26.3	26.1	27.4	26.4	25.99
26/10/2013	25.8	25.3	24.8	24.5	24.8	25.2	25	24.9	25.04
27/10/2013	24.6	24.3	23.7	23.7	24.3	24.6	24.8	24.7	24.34
28/10/2013	24.5	24.3	23.8	25.6	26.5	27.1	27.2	25.7	25.59
29/10/2013	24.9	24.5	24.1	25.8	26.6	27.4	27.7	26	25.88
30/10/2013	25.2	24.7	24.3	25.7	26.4	26.9	26.2	24.9	25.54
31/10/2013	24.6	24.3	23.8	25.3	26.4	27.2	25.9	25.3	25.35
01/11/2013	24.8	24.6	24.2	24.3	24.8	25.3	25.5	25.4	24.86
02/11/2013	25	24.5	24.3	24.3	24.8	25.2	25.3	25.2	24.83
03/11/2013	25	24.6	24.3	24.3	24.9	25.4	25.6	25.4	24.94
04/11/2013	25.2	24.8	24.6	27.8	28.4	28.8	26.8	26.3	26.59
05/11/2013	25.7	25.2	24.8	26.7	27.2	26.3	26.1	25.4	25.93
06/11/2013	25.1	24.5	24.3	26.1	26.3	26.4	24.7	24.2	25.20
07/11/2013	23.4	23	22.4	24.9	25.2	25.1	23.7	23	23.84
08/11/2013	22.4	21.8	21.5	24.4	24.8	24.9	24	22.8	23.33
09/11/2013	22.3	21.8	21.4	21.6	22.3	22.9	23.1	22.7	22.26
10/11/2013	22.3	22.1	21.6	22.1	22.7	23.4	23.6	23.1	22.61

11/11/2013	22.7	22	21.6	24.5	25.3	26	24.7	24.1	23.86
12/11/2013	23.7	23.3	22.7	26.4	27.3	26.3	25.7	25.1	25.06
13/11/2013	24.7	24.3	24	26.1	27.2	26.6	25.9	24.9	25.46
14/11/2013	24.4	23.9	23.7	26.1	26.6	25.7	25.4	24.6	25.05
15/11/2013	24.4	24.1	23.6	25.6	25.2	25.6	25.1	24.7	24.79
16/11/2013	24.5	24.3	23.9	24.3	24.6	25	25.1	24.9	24.58
17/11/2013	24.6	24.2	23.9	23.9	24.3	24.6	24.5	24.3	24.29
18/11/2013	23.8	23.4	23.1	25.7	26.5	27.4	25.7	25.1	25.09
19/11/2013	24.9	24.6	24.3	26.9	27.7	26.4	26.2	26	25.88
20/11/2013	25.6	25.1	25.2	27.6	27.4	27.7	27.4	27.1	26.64
21/11/2013	26.8	26.3	26.2	27.3	27.8	28.2	29.6	28.2	27.55
22/11/2013	27.4	26.8	26.4	27.5	29.5	28.2	27.7	27.3	27.60
23/11/2013	26.8	26.4	26	25.8	26.2	26.6	26.4	26.4	26.33
24/11/2013	26	25.8	25.4	25.4	25.6	25.9	25.9	25.6	25.70
25/11/2013	25.3	24.8	24.5	27.3	27.3	28.5	27.6	26.6	26.49
26/11/2013	26	25.4	25.2	28.4	29.7	30.5	28.8	27.7	27.71
27/11/2013	27.1	26.5	26.1	28.2	29.8	29.8	28.1	27.4	27.88
28/11/2013	26.7	26.3	25.8	27.9	28.2	26.8	26.4	25.7	26.73
29/11/2013	25.1	24.6	24.3	26.7	27.5	28.9	29.5	26.7	26.66
30/11/2013	26.1	25.7	25.2	25.3	25.4	25.8	25.6	25.4	25.56

2. Data meteorológica: Humedad relativa

Rótulos de fila	12:00 a.m.	03:00 a.m.	06:00 a.m.	09:00 a.m.	12:00 p.m.	03:00 p.m.	06:00 p.m.	09:00 p.m.	Promedio
17/08/2013	96	96	97	98	97	92	93	94	95.38
18/08/2013	95	95	95	94	84	82	89	93	90.88
19/08/2013	94	95	95	93	81	85	89	92	90.50
20/08/2013	92	93	94	92	81	81	90	92	89.38
21/08/2013	94	96	96	91	83	83	91	91	90.63
22/08/2013	92	93	96	90	77	75	84	90	87.13
23/08/2013	92	92	92	89	76	79	90	90	87.50
24/08/2013	89	91	90	85	73	73	85	88	84.25
25/08/2013	92	93	94	88	82	80	88	92	88.63
26/08/2013	93	95	97	97	94	89	93	95	94.13
27/08/2013	96	97	97	95	88	81	91	94	92.38
28/08/2013	94	96	97	96	85	76	86	91	90.13
29/08/2013	92	93	95	92	84	77	90	93	89.50
30/08/2013	94	96	97	96	89	86	93	93	93.00
31/08/2013	93	95	96	96	85	88	93	95	92.63
01/09/2013	95	97	97	97	85	79	88	93	91.38
02/09/2013	93	94	95	93	85	75	84	89	88.50
03/09/2013	88	89	93	91	91	84	88	90	89.25
04/09/2013	91	92	92	85	77	72	87	90	85.75
05/09/2013	93	94	94	94	86	83	90	92	90.75
06/09/2013	94	94	95	96	93	93	94	95	94.25
07/09/2013	96	96	95	95	85	82	82	88	89.88
08/09/2013	91	91	91	84	76	72	82	89	84.50
09/09/2013	91	92	94	83	79	77	88	89	86.63
10/09/2013	91	93	94	88	79	74	86	91	87.00
11/09/2013	92	92	95	94	88	79	87	90	89.63
12/09/2013	90	93	94	91	79	75	86	89	87.13
13/09/2013	91	91	92	80	75	77	88	90	85.50
14/09/2013	91	93	94	88	79	76	84	89	86.75
15/09/2013	92	92	93	89	81	74	88	88	87.13
16/09/2013	91	92	94	94	90	90	92	93	92.00
17/09/2013	94	94	94	94	88	88	92	94	92.25
18/09/2013	95	95	95	96	93	78	83	89	90.50
19/09/2013	92	93	94	91	87	83	88	91	89.88
20/09/2013	93	93	94	88	75	82	88	91	88.00
21/09/2013	92	94	94	93	82	79	90	90	89.25
22/09/2013	94	95	96	96	91	86	91	92	92.63
23/09/2013	94	95	96	96	92	79	90	90	91.50
24/09/2013	91	93	95	96	90	91	92	93	92.63
25/09/2013	93	94	94	95	91	80	89	91	90.88
26/09/2013	92	93	93	90	84	83	88	91	89.25
27/09/2013	91	92	94	94	90	84	91	92	91.00
28/09/2013	92	93	94	95	81	78	89	90	89.00

29/09/2013	92	92	93	91	85	80	89	91	89.13
30/09/2013	92	92	95	94	83	81	89	92	89.75
01/10/2013	92	93	95	93	87	82	90	92	90.50
02/10/2013	93	93	94	92	86	82	89	90	89.88
03/10/2013	91	92	94	93	87	84	90	90	90.13
04/10/2013	91	93	93	91	87	77	87	89	88.50
05/10/2013	90	90	90	86	79	74	84	88	85.13
06/10/2013	90	92	93	84	78	76	82	88	85.38
07/10/2013	91	92	93	90	87	80	87	91	88.88
08/10/2013	92	93	94	95	84	81	88	90	89.63
09/10/2013	91	91	93	91	82	83	86	90	88.38
10/10/2013	92	92	93	92	83	81	88	92	89.13
11/10/2013	93	93	94	86	78	74	86	90	86.75
12/10/2013	91	92	92	88	82	79	88	90	87.75
13/10/2013	91	92	93	85	79	75	87	90	86.50
14/10/2013	91	91	92	77	73	71	85	90	83.75
15/10/2013	90	92	93	90	81	80	86	88	87.50
16/10/2013	91	92	93	87	80	79	87	90	87.38
17/10/2013	92	92	93	89	78	78	88	91	87.63
18/10/2013	91	93	93	93	78	76	88	89	87.63
19/10/2013	91	94	94	92	86	80	87	89	89.13
20/10/2013	91	92	93	91	85	73	81	88	86.75
21/10/2013	90	92	93	93	82	73	86	89	87.25
22/10/2013	92	93	92	90	71	74	86	88	85.75
23/10/2013	89	92	94	92	85	77	84	88	87.63
24/10/2013	90	91	92	82	77	76	81	88	84.63
25/10/2013	91	93	93	90	77	77	86	90	87.13
26/10/2013	92	94	94	91	86	84	90	93	90.50
27/10/2013	94	94	94	90	84	81	88	91	89.50
28/10/2013	91	92	93	90	80	82	86	88	87.75
29/10/2013	90	91	93	90	77	81	86	88	87.00
30/10/2013	90	92	92	90	83	75	81	86	86.13
31/10/2013	89	88	91	88	76	72	84	88	84.50
01/11/2013	89	90	92	85	78	73	86	88	85.13
02/11/2013	91	92	93	89	80	78	86	88	87.13
03/11/2013	91	92	94	87	75	74	87	90	86.25
04/11/2013	92	93	93	80	74	83	88	89	86.50
05/11/2013	90	92	93	89	84	77	89	90	88.00
06/11/2013	91	93	94	91	88	89	92	91	91.13
07/11/2013	90	91	93	92	84	87	89	91	89.63
08/11/2013	91	92	92	90	86	86	90	89	89.50
09/11/2013	90	93	94	85	78	75	88	90	86.63
10/11/2013	89	91	93	81	75	77	85	88	84.88
11/11/2013	91	94	94	88	77	79	88	89	87.50
12/11/2013	90	90	90	79	76	75	87	89	84.50
13/11/2013	92	92	92	88	77	80	89	90	87.50

14/11/2013	90	91	90	86	80	78	87	89	86.38
15/11/2013	90	90	92	88	77	79	88	89	86.63
16/11/2013	91	93	94	84	74	74	87	90	85.88
17/11/2013	90	91	93	91	83	82	89	92	88.88
18/11/2013	92	92	94	87	75	78	86	89	86.63
19/11/2013	91	92	92	84	73	76	86	88	85.25
20/11/2013	91	93	89	68	65	71	85	88	81.25
21/11/2013	89	91	92	76	75	79	89	90	85.13
22/11/2013	91	92	94	81	77	74	88	89	85.75
23/11/2013	90	89	89	85	72	75	84	87	83.88
24/11/2013	89	89	87	84	78	71	81	86	83.13
25/11/2013	90	91	91	87	75	75	85	88	85.25
26/11/2013	91	92	91	80	78	78	88	90	86.00
27/11/2013	91	91	90	86	76	77	87	88	85.75
28/11/2013	90	90	91	92	90	83	85	90	88.88
29/11/2013	90	93	93	86	72	74	86	84	84.75
30/11/2013	89	91	91	86	82	78	86	88	86.38

3. Data meteorológica: Presión atmosférica

Rótulos de fila	12:00 a.m.	03:00 a.m.	06:00 a.m.	09:00 a.m.	12:00 p.m.	03:00 p.m.	06:00 p.m.	09:00 p.m.	Promedio
17/08/2013	798.3	798.2	799.6	801.6	800.8	798.9	799.3	800.4	799.64
18/08/2013	800.2	799.5	800	801.3	800.7	798.9	799.3	800.9	800.10
19/08/2013	800.8	799.7	799.4	800.3	798.8	797.5	797.7	798.6	799.10
20/08/2013	799	797.7	797.9	798.8	797.7	796.4	797.2	798.5	797.90
21/08/2013	798.1	797.6	798.3	799.7	798.7	797.5	798.3	799.7	798.49
22/08/2013	799.6	798	798	799.4	798.3	796.8	797	798	798.14
23/08/2013	798	797.4	797.8	799.4	798.9	798.2	799.4	800.3	798.68
24/08/2013	800.2	799.2	799.9	800.9	799.7	798.4	799.4	800.8	799.81
25/08/2013	801	800.2	800.2	800.8	800.5	798.9	799.5	800.8	800.24
26/08/2013	799.9	799	799.5	801.1	800.1	798.7	798.5	799.4	799.53
27/08/2013	799.6	798.5	799.3	800.8	799.3	797.2	797.8	798.8	798.91
28/08/2013	798.6	797.9	798.4	799.8	798.7	797	798.2	799.7	798.54
29/08/2013	799	798.1	798.8	800.7	799.6	797.8	798.9	800.4	799.16
30/08/2013	800.4	799.7	800.3	801	800.3	798.6	798.9	799.8	799.88
31/08/2013	799.6	798.6	799.1	800	798.2	797.7	798.7	799.8	798.96
01/09/2013	799.9	798.7	799.2	800.6	800	798.5	799.1	800.8	799.60
02/09/2013	800.7	799.4	799.9	801.3	800.2	797.6	798.1	799.4	799.58
03/09/2013	799.1	798.4	799	800.3	799.5	798.1	798.9	800.3	799.20
04/09/2013	800.4	799.2	799.7	800.9	800.5	798.4	798.4	799.4	799.61
05/09/2013	799.6	798.7	798.7	800.3	799.2	797.5	797.4	798.9	798.79
06/09/2013	798.9	798	798.4	800	799.6	798.3	798.7	799.4	798.91
07/09/2013	799.8	798.8	799.5	801	799.7	798.4	798.9	800.4	799.56
08/09/2013	800.2	799.1	799.2	800.3	798.9	797.3	797.6	799.1	798.96
09/09/2013	799.6	798.5	799.1	800	799.3	798	799.1	799.9	799.19
10/09/2013	799.3	798.6	799.3	800.9	799.7	797.6	797.8	798.6	798.98
11/09/2013	798.3	797.7	798.3	799.3	798.2	796.5	797.6	798.6	798.06
12/09/2013	798.6	797.6	797.9	798.8	797.4	795.7	796.4	798	797.55
13/09/2013	797.9	796.4	796.8	797.4	796.4	795.2	796.2	797.7	796.75
14/09/2013	796.8	796.2	796.7	797.1	796.1	795.1	795.9	797.2	796.39
15/09/2013	797.5	796.8	797.5	798.7	797.8	796.2	797.1	798.2	797.48
16/09/2013	798.1	796.4	797.2	798.4	797.9	796.8	796.7	798.2	797.46
17/09/2013	798.2	796.5	797.3	798.9	797.9	796.3	796.8	798	797.49
18/09/2013	798.2	797.5	798.7	799.6	798.8	797.1	797.5	798.8	798.28
19/09/2013	798.7	798.4	799.3	800.7	800.2	798.4	799.4	800.7	799.48
20/09/2013	800.6	799.3	799.9	799.9	798.1	797	797.9	799	798.96
21/09/2013	798.5	797.4	797.9	798.8	797.8	796.1	797.2	797.9	797.70
22/09/2013	797.6	796.9	797.4	798.3	797.5	795.9	796.4	797.9	797.24
23/09/2013	797.6	796.8	797.8	799	798	796.3	797.1	798.2	797.60
24/09/2013	797.5	796.8	797.9	799.2	798	796.6	797.1	798.3	797.68
25/09/2013	798.2	797.8	798.7	799.5	798.3	797	797.7	799	798.28
26/09/2013	798.2	797.2	797.7	798.4	797.7	797	797.8	798.9	797.86
27/09/2013	798.3	796.9	798.3	800.1	799.5	798.1	799.2	799.7	798.76
28/09/2013	798.9	797.7	798.6	800	798.8	797.5	798.7	799.8	798.75

29/09/2013	799.5	798.8	799.9	801.6	800.8	798.9	799.5	800.4	799.93
30/09/2013	800	798.9	800	801	799.4	798	798.4	799.4	799.39
01/10/2013	798.6	797.5	797.9	799.2	798.8	796.7	797.5	799.2	798.18
02/10/2013	798.7	797.8	798.4	800.2	799.4	798.2	798.8	799.4	798.86
03/10/2013	798.7	797.7	798.2	799.2	798.2	796.9	797.2	798	798.01
04/10/2013	797.4	797.3	798	799.5	799.3	797.3	798.3	799.4	798.31
05/10/2013	799.2	798.7	798.7	799.8	798.6	797.3	798.6	800.2	798.89
06/10/2013	798.7	798	798.7	799.7	798.4	797.1	797.1	798	798.21
07/10/2013	797.6	796.8	797.4	798.5	797.6	796.2	797	797.8	797.36
08/10/2013	797.9	797	797.9	799.8	799.2	798	799	799.9	798.59
09/10/2013	799.5	798.4	799	799.5	798.7	797.5	797.8	798.9	798.66
10/10/2013	798.4	797.9	798.9	800.1	799.1	797.3	798	799	798.59
11/10/2013	798.2	796.9	797.6	798.3	797.1	795.4	796	797.6	797.14
12/10/2013	796.9	796.3	797.2	798.5	798	797	798.8	799.5	797.78
13/10/2013	798.7	797.8	798.8	800	799.1	796.5	797.6	798.8	798.41
14/10/2013	798.3	797	797.7	798.2	797.5	795.9	797.3	798.6	797.56
15/10/2013	797.4	796.5	797.2	798.7	798	796.8	798	799.2	797.73
16/10/2013	798.4	797.4	797.6	797.9	797.5	796	797.1	799.2	797.64
17/10/2013	798.9	797.9	798.7	799.7	798.7	797.7	797.6	798.8	798.50
18/10/2013	798	796.6	797.8	799.4	797.6	795.8	796.8	798.3	797.54
19/10/2013	798.1	797	797.8	799.2	798.3	796.9	797.2	798.5	797.88
20/10/2013	798.6	798.5	799.5	801.1	799.6	797.9	797.9	798.9	799.00
21/10/2013	798.8	798.1	798.9	799.7	798.9	797.3	797.6	798.6	798.49
22/10/2013	798.4	797.5	798.3	799	797.5	796	796.4	797.6	797.59
23/10/2013	797	796.3	797.5	798.2	798.1	796.3	797.2	798.7	797.41
24/10/2013	797.9	796.5	797	797.7	796.9	795.9	796.4	797.9	797.03
25/10/2013	797.2	796.4	797.4	798.7	797.6	796.5	797	798.2	797.38
26/10/2013	797.3	797	797.5	798.6	797.7	796.7	797.3	798	797.51
27/10/2013	798	797.1	797.5	798.6	797.8	796.7	796.8	798.1	797.58
28/10/2013	798.2	796.8	797.6	798.9	797.8	797.2	797.6	798.5	797.83
29/10/2013	797.7	796.7	797.8	799	798	797.1	797.3	798.7	797.79
30/10/2013	798.2	797.3	797.9	799.1	798.1	797.1	797.6	798.9	798.03
31/10/2013	798.3	797.2	798.5	799.6	798.8	797.4	798.3	799.5	798.45
01/11/2013	799.2	798	798.7	799.5	798.6	797	797.5	799.2	798.46
02/11/2013	799	797.6	798.8	799.5	798.8	797.6	798.6	799.8	798.71
03/11/2013	799.1	797.6	798.9	798.8	797.2	796.7	798.2	799.1	798.20
04/11/2013	797.8	797.4	798.6	797.9	797.1	797.1	798	798.7	797.83
05/11/2013	797.3	797.1	797.8	798.9	797.6	796.7	797.9	798.3	797.70
06/11/2013	798.1	797.3	798.8	799	798.2	797.6	798.6	799	798.33
07/11/2013	797.7	797	798.6	799.5	798.8	798.2	799	800	798.60
08/11/2013	798.9	798.1	799	799.3	798.5	796.9	797.7	798	798.30
09/11/2013	797.3	796.7	797.9	797.7	797.2	796.2	797.7	798.2	797.36
10/11/2013	796.6	796	798.4	798.4	796.5	795.6	796.3	797.5	796.91
11/11/2013	796.1	796	797.4	798.1	796.9	795.4	796.3	797.2	796.68
12/11/2013	795.7	794.9	796.1	796.1	794.6	793.8	795	796.3	795.31
13/11/2013	794.9	794.9	796.6	797.2	796.4	795.1	796.9	797.6	796.20

14/11/2013	796.5	795.5	797.1	797.4	796.5	795.9	796.5	797.5	796.61
15/11/2013	796.1	795.4	796.4	796.9	795.4	793.9	795.3	796.2	795.70
16/11/2013	795.6	795.5	795.9	796.8	795.9	795.2	796.9	797.6	796.18
17/11/2013	797	796	797.2	798.3	797	795.7	797.2	798.1	797.06
18/11/2013	796.7	796.3	797.5	797.8	796.3	795	796.1	797.2	796.61
19/11/2013	796.4	796	797.4	797.4	796.2	795.9	797.3	797.8	796.80
20/11/2013	796.7	796.4	797.1	796.7	795.8	796.2	797.7	797.7	796.79
21/11/2013	796.2	796	797.6	797.2	796.4	795.5	796.4	797.8	796.64
22/11/2013	796	795.5	796.3	795.9	794.5	794.1	795.4	796.4	795.51
23/11/2013	795.2	795.4	796.3	796.2	794.9	794	795.9	797.3	795.65
24/11/2013	796.6	796.5	797.9	798	796.6	795.8	797.1	798.1	797.08
25/11/2013	797.3	796.6	798.1	798.2	797.1	796.1	797.4	797.9	797.34
26/11/2013	796.7	796.4	797.8	797.9	796.9	795.5	796.6	797.2	796.88
27/11/2013	796.1	795.5	796.6	797.2	796.3	795.7	797.1	798	796.56
28/11/2013	796.4	795.7	797.3	797.7	796.8	795.7	797	797.9	796.81
29/11/2013	797	797	798.3	798.3	796.2	794.7	796.1	797.2	796.85
30/11/2013	796.4	795.3	796.4	797.1	795.8	795.4	796.6	797	796.25

4. Anva : Variación de cobertura en *S. farinacea* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1825.96	1825.96	34.91	<.0001
sust	3	4450.27	1483.42	28.36	<.0001
freq*sust	3	157.09	52.36	1.00	0.3949
Error	120	6276.64	52.31		
Total	127				

R²: 0.506

5. Anva : Variación de cobertura en *S. farinacea* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	132.16	132.16	1.03	0.3133
sust	3	4485.95	1495.32	11.60	<.0001
freq*sust	3	1768.73	589.58	4.57	0.0045
Error	120	15465.42	128.88		
Total	127	21852.25			

R²: 0.292

6. Anva : Variación de cobertura en *S. farinacea* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	2540.51	2540.51	12.45	0.0006
sust	3	2572.45	857.48	4.20	0.0073
freq*sust	3	771.68	257.23	1.26	0.2912
Error	120	24491.73	204.10		
Total	127	30376.36			

R²: 0.194

7. Anva : Variación de cobertura en *S. farinacea* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	2930.91	2930.91	12.47	0.0006
sust	3	2446.24	815.41	3.47	0.0184
freq*sust	3	350.93	116.98	0.50	0.6846
Error	120	28209.77	235.08		
Total	127	33937.84			

R²: 0.169

8. Anva: Numero de Flores en *S. farinacea* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	0.01	0.01	0.01	0.9405
sust	3	6.27	2.09	1.50	0.2187
freq*sust	3	2.34	0.78	0.56	0.644
Error	120	167.56	1.40		
Total	127	176.1797			

R²: 0.049

9. Anva: Numero de Flores en *S. farinacea* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	6.57	6.57	1.09	0.2983
sust	3	141.84	47.28	7.85	<.0001
freq*sust	3	3.71	1.24	0.21	0.8924
Error	120	722.44	6.02		
Total	127	874.55			

R²: 0.174

10. Anva: Numero de Flores en *S. farinacea* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	12.50	12.50	1.80	0.1821
sust	3	183.03	61.01	8.79	<.0001
freq*sust	3	7.31	2.44	0.35	0.7883
Error	120	832.88	6.94		
Total	127	1035.72			

R²: 0.196

11. Anva: Numero de Flores en *S. farinacea* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	11.28	11.28	1.59	0.2091
sust	3	185.69	61.90	8.75	<.0001
freq*sust	3	7.53	2.51	0.35	0.7857
Error	120	849.00	7.08		
Total	127	1053.50			

R²: 0.194

12. Anva: Crecimiento en *S. farinacea* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	6.71	6.71	0.38	0.5364
sust	3	595.65	198.55	11.37	<.0001
freq*sust	3	65.54	21.85	1.25	0.2946
Error	114	1990.28	17.46		
Total	121	2659.158			

R²: 0.252

13. Anva: Crecimiento en *S. farinacea* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	24.40	24.40	0.63	0.4299
sust	2	10.08	5.04	0.13	0.8781
freq*sust	2	164.17	82.08	2.12	0.1279
Error	61	2552.86	38.68		
Total	121	2749.38			

R²: 0.071

14. Anva: Crecimiento en *S. farinacea* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	333.34	333.34	4.61	0.0426
sust	3	540.61	180.20	2.49	0.0855
freq*sust	2	25.45	12.73	0.18	0.8398
Error	23	1663.51	72.33		
Total	29	2573.20			

R²: 0.354

15. Anva: Crecimiento en *S. farinacea* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	126.91	126.91	1.75	0.2014
sust	3	690.13	230.04	3.16	0.047
freq*sust	2	30.60	15.30	0.21	0.812
Error	20	1454.34	72.72		
Total	26	2283.91			

R²: 0.363

16. Anva: Supervivencia en *S. farinacea* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	0.00	0.00	0.00	1.0000
sust	3	703.13	234.38	1.64	0.2073
freq*sust	3	156.25	52.08	0.36	0.7798
Error	24	3437.50	143.23		
Total	31	4296.875			

R²: 0.200

17. Anva: Supervivencia en *S. farinacea* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	703.13	703.13	1.35	0.2567
sust	3	29140.63	9713.54	18.65	<.0001
freq*sust	3	703.13	234.38	0.45	0.7196
Error	24	12500.00	520.83		
Total	31	43046.88			

R²: 0.710

18. Anva: Supervivencia en *S. farinacea* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	141.45	141.45	0.23	0.6349
sust	3	5090.42	1696.81	2.78	0.0640
freq*sust	3	507.08	169.03	0.28	0.8415
Error	23	14044.67	610.64		
Total	30	19594.19			

R²: 0.283

19. Anva: Supervivencia en *S. farinacea* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	488.28	488.28	0.95	0.3396
sust	3	4433.59	1477.86	2.87	0.0573
freq*sust	3	371.09	123.70	0.24	0.8672
Error	24	12343.75	514.32		
Total	31	17636.72			

R²: 0.300

20. Anva: Variación de peso fresco en *S. farinacea*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	5981.45	5981.45	3.22	0.0754
sust	3	26636.52	8878.84	4.78	0.0035
freq*sust	3	14264.65	4754.88	2.56	0.0584
Error	120	223076.56	1858.97		
Total	127	269959.18			

R²: 0.174

21. Anva: Peso fresco de raíz en *S. farinacea*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1225.13	1225.13	2.92	0.1004
sust	3	2462.63	820.88	1.96	0.1475
freq*sust	3	694.13	231.38	0.55	0.652
Error	24	10069.00	419.54		
Total	31	14450.88			

R²: 0.303

22. Anva: Materia seca en *S. farinacea*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	3045.32	3045.32	17.15	0.0004
sust	3	371.77	123.92	0.70	0.5625
freq*sust	3	388.61	129.54	0.73	0.5445
Error	24	4261.85	177.58		
Total	31	8067.55			

R²: 0.472

23. Anva : Variación de cobertura en *O. ecklonis* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	3.88E-05	3.88E-05	0.00	0.9976
sust	3	46.08	15.36	3.55	0.0169
freq*sust	3	55.43	18.48	4.27	0.0069
Error	110	476.41	4.33		
Total	117	571.04			

R²: 0.166

24. Anva : Variación de cobertura en *O. ecklonis* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	39.46	39.46	0.01	0.9122
sust	3	149.15	49.72	0.02	0.9974
freq*sust	3	350.92	116.97	0.04	0.9907
Error	120	387953.89	3232.95		
Total	127	388493.42			

R²: 0.001

25. Anva : Variación de cobertura en *O. ecklonis* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	764.33	764.33	7.45	0.0074
sust	3	862.72	287.57	2.80	0.0433
freq*sust	3	1324.17	441.39	4.30	0.0066
Error	110	11290.60	102.64		
Total	117	14027.86			

R²: 0.195

26. Anva : Variación de cobertura en *O. ecklonis* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1953.13	1953.13	11.56	0.0009
sust	3	1138.28	379.43	2.25	0.0865
freq*sust	3	2310.94	770.31	4.56	0.0046
Error	120	20278.13	168.98		
Total	127	25680.47			

R²: 0.210

27. Anva: Numero de Flores en *O. ecklonis* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	0.07	0.07	0.05	0.8216
sust	3	3.09	1.03	0.75	0.5263
freq*sust	3	3.27	1.09	0.79	0.5006
Error	120	165.31	1.38		
Total	127	171.7422			

R²: 0.037

28. Anva: Numero de Flores en *O. ecklonis* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	303.20	303.20	31.27	<.0001
sust	3	22.27	7.42	0.77	0.5154
freq*sust	3	16.21	5.40	0.56	0.6442
Error	120	1163.44	9.70		
Total	127	1505.12			

R²: 0.227

29. Anva: Numero de Flores en *O. ecklonis* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1397.88	1397.88	90.93	<.0001
sust	3	16.77	5.59	0.36	0.7793
freq*sust	3	26.59	8.86	0.58	0.6316
Error	120	1844.69	15.37		
Total	127	3285.93			

R²: 0.439

30. Anva: Numero de Flores en *O. ecklonis* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1547.07	1547.07	99.12	<.0001
sust	3	21.02	7.01	0.45	0.7185
freq*sust	3	24.15	8.05	0.52	0.6722
Error	120	1872.94	15.61		
Total	127	3465.18			

R²: 0.459

31. Anva: Crecimiento en *O. ecklonis* a los 30 días

freq	1	11.82	11.82	1.68	0.1979
sust	3	76.15	25.38	3.60	0.0156
freq*sust	3	23.22	7.74	1.10	0.3531
Error	119	839.18	7.05		
Total	126	951.9843			

R²: 0.118

32. Anva: Crecimiento en *O. ecklonis* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	78.49	78.49	7.45	0.0073
sust	3	82.65	27.55	2.62	0.0543
freq*sust	3	48.51	16.17	1.54	0.209
Error	118	1242.76	10.53		
Total	125	1456.99			

R²: 0.147

33. Anva: Crecimiento en *O. ecklonis* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	316.37	316.37	16.78	<.0001
sust	3	119.32	39.77	2.11	0.1028
freq*sust	3	88.50	29.50	1.56	0.2018
Error	117	2206.44	18.86		
Total	124	2738.80			

R²: 0.194

34. Anva: Crecimiento en *O. ecklonis* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	243.31	243.31	11.55	0.0009
sust	3	94.61	31.54	1.50	0.2191
freq*sust	3	42.08	14.03	0.67	0.5747
Error	117	2465.03	21.07		
Total	124	2850.45			

R²: 0.135

35. Anva: Supervivencia en *O. ecklonis* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	19.53	19.53	1.00	0.3273
sust	3	58.59	19.53	1.00	0.4098
freq*sust	3	58.59	19.53	1.00	0.4098
Error	24	468.75	19.53		
Total	31	605.4688			

R²: 0.226

36. Anva: Supervivencia en *O. ecklonis* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	78.13	78.13	2.00	0.1701
sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
freq*sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
Error	24	937.50	39.06		
Total	31	1171.88			

R²: 0.200

37. Anva: Supervivencia en *O. ecklonis* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	175.78	175.78	3.86	0.0612
sust	3	214.84	71.61	1.57	0.2222
freq*sust	3	214.84	71.61	1.57	0.2222
Error	24	1093.75	45.57		
Total	31	1699.22			

R²: 0.356

38. Anva: Supervivencia en *O. ecklonis* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	175.78	175.78	3.86	0.0612
sust	3	214.84	71.61	1.57	0.2222
freq*sust	3	214.84	71.61	1.57	0.2222
Error	24	1093.75	45.57		
Total	31	1699.22			

R²: 0.356

39. Anva: Variación de peso fresco en *O. ecklonis*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	166.37	166.37	0.09	0.7604
sust	3	8696.58	2898.86	1.63	0.1868
freq*sust	3	1151.29	383.76	0.22	0.8854
Error	114	202968.84	1780.43		
Total	121	212890.16			

R²: 0.047

40. Anva: Peso fresco de raíz en *O. ecklonis*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1.11	1.11	0.00	0.9479
sust	3	742.33	247.44	0.97	0.421
freq*sust	3	1586.10	528.70	2.08	0.1291
Error	24	6093.00	253.88		
Total	31	8297.47			

R²: 0.266

41. Anva: Materia seca en *O. ecklonis*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	1.93	1.93	0.02	0.8979
sust	3	344.19	114.73	1.00	0.41
freq*sust	3	315.58	105.19	0.92	0.4477
Error	24	2754.48	114.77		
Total	31	3382.33			

R²: 0.186

42. Anva : Variación de cobertura en *A. setaceus* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	23.34	23.34	4.16	0.0436
sust	3	265.18	88.39	15.77	<0.0001
freq*sust	3	28.72	9.58	1.71	0.1693
Error	115	644.78	5.61		
Total	122	963.67			

R²: 0.331

43. Anva : Variación de cobertura en *A. setaceus* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	0.302	0.302	0.01	0.9076
sust	3	599.64	199.88	8.94	<0.0001
freq*sust	3	109.82	36.36	1.63	0.1872
Error	115	2571.53	22.36		
Total	122	3267.24			

R²: 0.213

44. Anva : Variación de cobertura en *A. setaceus* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	62.12	62.12	0.94	0.3334
sust	3	1023.95	341.31	5.19	0.0021
freq*sust	3	237.14	109.04	1.66	0.1803
Error	115	7570.09	65.82		
Total	122	8956.02			

R²: 0.155

45. Anva : Variación de cobertura en *A. setaceus* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	726.76	726.76	5.43	0.0215
sust	3	1949.02	649.67	4.85	0.0032
freq*sust	3	1081.83	360.61	2.69	0.0491
Error	120	16060.55	133.84		
Total	127	19818.55			

R²: 0.189

46. Anva : Crecimiento en *A. setaceus* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	0.38	0.38	0.03	0.8586
sust	3	17.71	5.90	0.49	0.6889
freq*sust	3	64.90	21.63	1.80	0.1507
Error	120	1441.44	12.01		
Total	127	1524.43			

R²: 0.054

47. Anva : Crecimiento en *A. setaceus* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	45.54	45.54	1.83	0.1792
sust	3	123.14	41.05	1.65	0.1825
freq*sust	3	135.48	45.16	1.81	0.1489
Error	120	2967.96	24.94		
Total	127	3271.06			

R²: 0.093

48. Anva : Crecimiento en *A. setaceus* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	144.50	144.50	4.88	0.0290
sust	3	181.59	60.53	2.05	0.1111
freq*sust	3	151.25	50.42	1.70	0.1698
Error	120	3549.88	29.58		
Total	127	4027.22			

R²: 0.119

49. Anva : Crecimiento en *A. setaceus* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	105.73	105.73	3.61	0.0599
sust	3	69.37	23.12	0.79	0.5018
freq*sust	3	86.78	28.93	0.99	0.401
Error	115	3366.02	29.27		
Total	122	3623.04			

R²: 0.071

50. Anva : Supervivencia en *A. setaceus* a los 30 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	78.13	78.13	2.00	0.1701
sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
freq*sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
Error	24	937.50	39.06		
Total	31	1171.88			

R²: 0.200

51. Anva : Supervivencia en *A. setaceus* a los 60 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	78.13	78.13	2.00	0.1701
sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
freq*sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
Error	24	937.50	39.06		
Total	31	1171.88			

R²: 0.200

52. Anva : Supervivencia en *A. setaceus* a los 90 días

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	78.13	78.13	2.00	0.1701
sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
freq*sust	3	78.13	26.04	0.67	0.5807
Error	24	937.50	39.06		
Total	31	1171.88			

R²: 0.200

53. Anva : Supervivencia en *A. setaceus* al final del ensayo

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	312.50	312.50	1.04	0.3172
sust	3	78.13	26.04	0.09	0.9665
freq*sust	3	468.75	156.25	0.52	0.6714
Error	24	7187.50	299.48		
Total	31	8046.88			

R²: 0.107

54. Anva : Variación de peso fresco en *A. setaceus*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	8.71	8.71	0.01	0.9379
sust	3	21770.69	7256.90	5.08	0.0024
3freq*sust	3	2976.15	992.05	0.70	0.5569
Error	118	168424.90	1427.33		
Total	125	193621.43			

R²: 0.130

55. Anva : Peso fresco de raíz en *A. setaceus*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	105.79	105.79	1.03	0.3193
sust	3	1113.92	371.31	3.63	0.0273
freq*sust	3	178.02	59.34	0.58	0.6338
Error	24	2455.17	102.30		
Total	31	3768.88			

R²: 0.349

56. Anva : Materia seca en *A. setaceus*

F.V	G.L	S.C	CM	F	Sig
freq	1	6.97	6.97	0.03	0.8557
sust	3	2203.26	734.42	3.56	0.0298
freq*sust	3	55.03	18.34	0.09	0.9653
Error	23	4739.19	206.05		
Total	30	6992.60			

R²: 0.322