

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“SUSTRATOS RECICLADOS Y AISLANTES EN EL  
CRECIMIENTO DE DOS CÉSPEDES (*Cynodon dactylon* y *Paspalum  
vaginatum*) BAJO SISTEMA DE TEPES EN VIVERO”**

**Presentado por:**

**LIZ KELLY PORTOCARRERO TANTAVILCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRONOMO**

**Lima-Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“SUSTRATOS RECICLADOS Y AISLANTES EN EL  
CRECIMIENTO DE DOS CÉSPEDES (*Cynodon dactylon* y *Paspalum  
vaginatum*) BAJO SISTEMA DE TEPES EN VIVERO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**Presentado por:**

**Liz Kelly Portocarrero Tantavilca**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado**

---

Ing. Mg. Sc. Juan Guerrero Barrantes  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Agr. José Palacios Vallejo  
**PATROCINADOR**

---

Ing. Agr. M .S. Andrés V. Casas Díaz  
**MIEMBRO**

---

Ing. Mg. Sc. Ruby A. Vega Ravello  
**MIEMBRO**

**Lima-Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi mamita Elena y a mi abuelito Nicolás que están en el cielo. Gracias por haber confiado en mí y haberme dado la oportunidad de estudiar, siempre están en mis pensamientos. Los amo mucho.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Lindo Portocarrero Mercado y Carmen Rosa Tantavilca Chuquillanqui.

A mis tíos Raúl Nicolás, Esther y Hugo Carlos Tantavilca Chuquillanqui.

A los Ing. José Palacios Vallejo y Mg Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho por haber confiado en mí para el desarrollo de este proyecto.

A la empresa Jardín Urbano del Tec. Paisajista Luis Enrique De la Cruz Yañac y al Programa de Ornamentales de la UNALM.

A todas las personas que me apoyaron desinteresadamente en la parte experimental y de redacción de mi tesis.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	OBJETIVOS .....	3
1.1.1	Objetivo General .....	3
1.1.2	Objetivos Específicos .....	3
II.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....	4
2.1	ASPECTOS GENERALES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CÉSPED.....	4
2.1.1	Importancia del cultivo .....	4
2.1.2	Especies cespitosas comúnmente utilizadas.....	5
2.1.3	Zonas productoras de césped.....	6
2.1.4	Actual sistema de producción de céspedes .....	6
2.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN .....	9
2.2.1	Bermuda .....	10
2.2.2	Paspalum .....	12
2.3	MATERIALES ORGÁNICOS UTILIZADOS COMO SUSTRATO EN LA INVESTIGACIÓN .....	15
2.3.1	Propiedades de los sustratos .....	16
2.3.2	Insumos para sustratos .....	18
2.4	NUEVA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE CÉSPED .....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	26
3.2	CONDICIONES METEOROLÓGICAS.....	26
3.3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	26
3.3.1	Materiales y equipos.....	26
3.3.2	Factores en estudio .....	27
3.4	DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	29
3.4.1	Tratamientos.....	29
3.4.2	Análisis estadístico de datos.....	30

3.5 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	30
3.5.1 Características del experimento .....	30
3.5.2 Fase de preparación del terreno.....	31
3.5.3 Sistema de riego .....	31
3.5.4 Fase de acondicionamiento de campo.....	32
3.5.5 Fase de preparación de sustratos .....	33
3.5.6 Fase de siembra .....	33
3.5.7 Fase de mantenimiento.....	34
3.6 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS.....	40
3.6.1 Características Físico - Química de los sustratos .....	40
3.6.2 Características evaluadas en plantas .....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1 CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS .....	44
4.1.1 Propiedades físicas y químicas de los insumos individuales utilizados en las mezclas.....	44
4.1.2 Propiedades físicas de los sustratos.....	45
4.1.3 Propiedades químicas de los sustratos .....	51
4.2. DESARROLLO DE LAS DOS ESPECIES DE CÉSPED EN SEIS DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AISLANTES .....	59
4.2.1. Bermuda ( <i>Cynodon dactylon</i> ) .....	59
4.2.2 Paspalum ( <i>Paspalum vagitum</i> ).....	71
4.3 COSTO DE PRODUCCIÓN .....	83
4.3.1 Costo de producción por metro cuadrado de Bermuda y Paspalum .....	83
4.4 COMPARACIONES FINALES: BERMUDA VS PASPALUM .....	86
V . CONCLUSIONES.....	89
VI. RECOMENDACIONES .....	90
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	91
VIII. ANEXOS.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales residuales y subproductos que pueden ser utilizados como sustrato de cultivo. ....	16
Tabla 2: Características fisicoquímicas de residuos de la industria de la madera. ....	21
Tabla 3: Datos climatológicos de la zona experimental (octubre 2014 - marzo 2015)..	26
Tabla 4: Características del agua de riego. ....	32
Tabla 5: Volumen total de sustratos empleados (l y m <sup>3</sup> ). ....	33
Tabla 6: Área sembrada de Paspalum. ....	34
Tabla 7: Litros de agua consumidos de Bermuda y Paspalum. ....	34
Tabla 8: Cantidad total de N-P-K aplicado por m <sup>2</sup> durante toda la campaña (g). ....	36
Tabla 9: Cantidad total de S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Mg, Ca y Ni aplicado por m <sup>2</sup> durante toda la campaña (g). ....	37
Tabla 10: Análisis físicos y químicos de los insumos empleados en la formulación de sustratos. ....	44
Tabla 11: Contenido de nutrientes en la dimensión de 1mx1mx0.02m (0.02 m <sup>3</sup> ) de sustrato. ....	58
Tabla 12: Resumen de las propiedades físicas y químicas de los seis diferentes sustratos .....	58
Tabla 13: Efecto de los sustratos en la altura de planta antes de los cortes en Bermuda (cm). ....	59
Tabla 14: Efecto de los sustratos en el peso fresco de follaje de los cortes de Bermuda (g). ....	61
Tabla 15: Efecto de los sustratos en el porcentaje de cobertura de Bermuda (%). ....	62
Tabla 16: Efecto de los sustratos en el peso por m <sup>2</sup> de tepes, foliar y radicular de Bermuda (kg). ....	65
Tabla 17: Efecto de los sustratos en el porcentaje de enrollamiento de tepes de Bermuda (%). ....	67
Tabla 18: Efecto del tipo de aislante en el porcentaje de enrollamiento de tepes de Bermuda (%). ....	69
Tabla 19: Efecto de sustratos en la calidad visual de Bermuda. ....	70
Tabla 20: Nombres de los colores de Bermuda según su puntuación. ....	70
Tabla 21: Efecto de los sustratos en el color de Bermuda. ....	71

Tabla 22: Efecto de los sustratos en el número de raicillas emitidas de Paspalum.....	71
Tabla 23: Efecto de los sustratos en el porcentaje de prendimiento inicial y final de Paspalum (%)......	73
Tabla 24: Efecto de los sustratos en el peso fresco de follaje después del corte de Paspalum (g).....	75
Tabla 25: Efecto de los sustratos en el porcentaje de cobertura de Paspalum (%)......	76
Tabla 26: Efecto de los sustratos en el peso por m <sup>2</sup> de tepes, foliar y radicular de Paspalum (kg)......	78
Tabla 27: Efecto de los sustratos en el porcentaje de enrollamiento de Paspalum (%) .	80
Tabla 28: Efecto del tipo de aislante en el porcentaje de enrollamiento de Paspalum (%). .....	81
Tabla 29: Efecto de los sustratos en la calidad visual de Paspalum. ....	81
Tabla 30: Nombres de los colores de Paspalum según su puntuación. ....	82
Tabla 31: Efecto de los sustratos en el color de Paspalum. ....	82
Tabla 32: Costo de producción por metro cuadrado de Bermuda (S/). ....	84
Tabla 33: Costo de producción por metro cuadrado de Paspalum (S/). ....	84



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Recubrimiento del suelo con manta de polietileno 80x6. ....	28
Figura 2: Recubrimiento de suelo con manta de polietileno 80x6+ malla raschel.....	29
Figura 3: Procedimientos de instalación y mantenimiento de los tepes de Bermuda y Paspalum.....	39
Figura 4: Variación de la $D_a$ y $D_r$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) de los sustratos.....	46
Figura 5: Variación del Contenido de Humedad (%) de los sustratos.....	47
Figura 6: Variación del Porcentaje de Espacio Poroso Total (%) de los sustratos.....	48
Figura 7: Variación del Porcentaje de Retención de Humedad (%) de los sustratos. ....	49
Figura 8: Variación del Porcentaje de Capacidad de Aireación (%) de los sustratos. ...	50
Figura 9: Variación del Porcentaje de Granulometría (%) de los sustratos.....	51
Figura 10: Variación de la C.E. ( $\text{dS}/\text{m}$ ) de los sustratos.....	52
Figura 11: Variación del pH de los sustratos.....	53
Figura 12: Variación del CIC de los sustratos.....	54
Figura 13: Variación de la Relación C/N de los sustratos.....	55
Figura 14: Variación del Porcentaje de Materia Orgánica (%M.O.) de los sustratos. ...	55
Figura 15: Variación del Porcentaje del contenido de N-P-K de los sustratos.....	57
Figura 16: Variación del Porcentaje del contenido de Ca y Mg de los sustratos. ....	57
Figura 17: Porcentaje de cobertura Bermuda .....	64
Figura 18: Porcentaje de cobertura Paspalum .....	77
Figura 19: Comparaciones finales de la producción de Bermuda y Paspalum .....	88

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica del césped bermuda. ....	100
Anexo 2: Distribución de parcelas en el campo .....	101
Anexo 3: Distribución del sistema de riego por aspersión .....	102
Anexo 4: Rango de colores de bermuda. ....	103
Anexo 5: Rango de colores de paspalum.....	103
Anexo 6: Análisis de varianza de la altura de planta antes de la 1° poda en bermuda. ....	103
Anexo 7: Análisis de varianza de la altura de planta antes de la 2° poda en bermuda. ....	104
Anexo 8: Análisis de varianza de la altura de planta antes de la 3° poda en bermuda. ....	104
Anexo 9: Análisis de varianza del peso fresco de follaje de la 1° poda en bermuda ...	104
Anexo 10: Análisis de varianza del peso fresco de follaje de la 2° poda en bermuda .	104
Anexo 11: Análisis de varianza del peso fresco de follaje de la 3° poda en bermuda. ....	105
Anexo 12: Análisis de varianza del % de cobertura de bermuda. ....	105
Anexo 13: Análisis de varianza del peso por m <sup>2</sup> de bermuda. ....	105
Anexo 14: Análisis de varianza del peso fresco foliar por m <sup>2</sup> de tepes de bermuda....	105
Anexo 15: Análisis de varianza del peso fresco radicular por m <sup>2</sup> de tepes de bermuda. .....	106
Anexo 16: Análisis de varianza del % de enrollamiento de bermuda.....	106
Anexo 17: Análisis de varianza de la calidad visual de bermuda .....	106
Anexo 18: Análisis de varianza de color de bermuda .....	106
Anexo 19: Análisis de varianza del número de raicillas emitidas de paspalum.....	107
Anexo 20: Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento inicial de paspalum .	107
Anexo 21: Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento final de paspalum....	107
Anexo 22: Análisis de varianza del peso fresco de follaje de la 1° poda de paspalum	107
Anexo 23: Análisis de varianza del peso fresco de follaje de la 2° poda de paspalum.	108
Anexo 24: Análisis de varianza del porcentaje de cobertura (%) de paspalum. ....	108
Anexo 25: Análisis de varianza del peso por m <sup>2</sup> de paspalum.....	108
Anexo 26: Análisis de varianza del peso fresco de follaje por m <sup>2</sup> de paspalum.....	108
Anexo 27: Análisis de varianza del peso fresco radicular por m <sup>2</sup> de paspalum.....	109

Anexo 28: Análisis de varianza del porcentaje de enrollamiento (%) de paspalum.	109
Anexo 29: Análisis de varianza de la calidad visual de paspalum.....	109
Anexo 30: Análisis de varianza de color de paspalum.....	109
Anexo 31: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>1</sub> .....	110
Anexo 32: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>2</sub> .....	111
Anexo 33: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>3</sub> .....	112
Anexo 34: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>4</sub> .....	113
Anexo 35: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>5</sub> .....	114
Anexo 36: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>6</sub> .....	115
Anexo 37: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>7</sub> .....	116
Anexo 38: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>8</sub> .....	117
Anexo 39: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>9</sub> .....	118
Anexo 40: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>10</sub> .....	119
Anexo 41: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>11</sub> .....	120
Anexo 42: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>12</sub> .....	121
Anexo 43: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>13</sub> .....	122
Anexo 44: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>14</sub> .....	123
Anexo 45: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>15</sub> .....	124
Anexo 46: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>16</sub> .....	125
Anexo 47: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>17</sub> .....	126
Anexo 48: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>18</sub> .....	127
Anexo 49: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>19</sub> .....	128
Anexo 50: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>20</sub> .....	129
Anexo 51: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>21</sub> .....	130
Anexo 52: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>22</sub> .....	131
Anexo 53: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>23</sub> .....	132
Anexo 54: Costo de producción por metro cuadrado de T <sub>24</sub> .....	133

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo de semillas de Bermuda (*Cynodon dactylon*) y esquejes de Paspalum (*Paspalum vaginatum*) sobre diferentes sustratos aislados del suelo por una manta de polietileno impermeable, sola o combinada con malla raschel con los cuales se formaron tepes de 4mx1m. Los sustratos, con espesor de 2 cm, fueron: S<sub>1</sub> (100%compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), S<sub>5</sub> (70%aserrín compostado + 30%compost) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost). Se evaluaron 12 tratamientos en cada especie, con 3 repeticiones cada una, en un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial.

Los resultados mostraron que el sustrato con 50% de compost + 50% de fibra de coco (S<sub>3</sub>) obtuvo el mayor porcentaje de cobertura, el mayor peso fresco foliar y la mejor calidad visual en ambas especies (Bermuda y Paspalum). Comparativamente a los tepes comerciales, las dos especies de césped seleccionadas tuvieron un menor peso por metro cuadrado en todos los sustratos empleados en este estudio, sobre todo con el tratamiento S<sub>4</sub> (100%aserrín compostado); sin embargo, este no tuvo buen desarrollo foliar ni calidad visual. Asimismo, se comprobó que el uso de la malla raschel en el momento de enrollamiento no fue necesaria, ya que el entramado natural de las raíces fue suficiente para el enrollamiento de los tepes; a excepción de S<sub>4</sub>. En conclusión, a pesar de que el sustrato 100% aserrín compostado sin malla raschel fue el de menor costo por metro cuadrado, se consideró a S<sub>3</sub> como la mejor alternativa de producción debido a las características físicas y químicas del sustrato.

**Palabras claves:** *Cynodon dactylon*, *Paspalum vaginatum*, cultivo sin suelo, sustratos orgánicos, alfombras de césped.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the development of Bermudagrass seeds (*Cynodon dactylon*) and Paspalum cuttings (*Paspalum vaginatum*) on different substrates isolated from the soil by a waterproof polyethylene blanket, alone or combined with raschel mesh with which they were formed 4mx1m. The 2 cm thickness substrates were S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% coconut fiber), S<sub>3</sub> (50% compost + 50% coconut fiber), S<sub>4</sub> (100% composted sawdust), S<sub>5</sub> (70% compost sawdust + 30% compost) and S<sub>6</sub> (50% composted sawdust + 50% compost). The experiment was conducted through a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a factorial arrangement in twelve treatments and three blocks each plant.

The results showed that the substrate with 50% compost + 50% coconut fiber (S<sub>3</sub>) obtained the highest coverage percentage, the highest fresh foliar weight and the best visual quality in both species (Bermuda and Paspalum)., the two turfgrass species selected had a lower weight per square meter in all the substrates used in this study compared to commercial sods, especially with the S<sub>4</sub> treatment (100% composted sawdust); however, it did not have good leaf development or visual quality. Likewise, it was proved that the use of raschel mesh at winding time was not necessary since the natural framework of roots was sufficient for winding sods; except for S<sub>4</sub>. In conclusion, although 100% sawdust composted without raschel mesh was the lowest cost per square meter, S<sub>3</sub> was considered as the best production alternative due to the physical and chemical characteristics of the substrate.

**Keywords:** *Cynodon dactylon*, *Paspalum vaginatum*, soilless culture, organic substrates, turf carpets.

## I. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes tienen un impacto económico en la plusvalía urbana, además de otros beneficios económicos, a través de la administración de áreas recreacionales, agricultura urbana, etc. (Villarán, 2010). Asimismo, los ecosistemas de zonas con vegetación permiten mejorar la calidad de vida mediante beneficios ambientales que incluyen el control de la contaminación del aire y el ruido, la modificación del microclima y un realce del paisaje con impactos positivos en la psique humana y la educación (Krishnamurthy, 1997).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las ciudades tengan un mínimo de 9 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante. Sin embargo, nuestra capital posee en promedio 3.1 m<sup>2</sup> por habitante, según cifras del Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao (PLAM2035, 2014). Según, la Economic Intelligence Unit (2010), ocupamos el último puesto en el ranking de espacios verdes y está muy por debajo de otras ciudades latinoamericanas como Santiago de Chile, México DF, Bogotá y Quito.

Asimismo, el Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano menciona que 20 de los 43 distritos de Lima tienen menos de 3.7 m<sup>2</sup> de área verde por habitante y dos de ellos menos de 1 m<sup>2</sup>/hab, este es el caso de Pachacamac y Breña (0.7 m<sup>2</sup>/hab). Solo 8 distritos superan los 10 m<sup>2</sup>/hab entre ellos se encuentran San Isidro, Miraflores, San Borja, La Molina y San Miguel (PLAM2035, 2014).

A pesar de estas estadísticas, el departamento de Lima es el principal productor y comercializador de plantas ornamentales del Perú. Esta proliferación de viveros está estrechamente ligada al alto incremento en el desarrollo urbano, reflejado en la construcción de grandes centros comerciales, hoteles, edificios y complejos habitacionales, los que a su vez necesitan mejorar y realzar su entorno mediante el uso de plantas ornamentales de calidad (Anca, 2003). Igualmente, este crecimiento se encuentra asociado a la demanda de césped, mejor conocido como grass, ya que esta especie cespitosa es la base principal de todo jardín.

Gracias a ello, la venta de césped natural ha crecido considerablemente en los últimos años. En el Perú son mayormente comercializadas las especies de clima cálido como el *Stenotaphrum secundatum* (grass americano), *Cynodon dactylon* (bermuda), *Zoysia japonica* (grass japonés) y *Paspalum vaginatum* (paspalum), siendo el primero el de mayor demanda.

La venta de césped se realiza durante todo el año y se puede propagar por medio de semillas, estolones, rizomas o tepes. Los tepes, son segmentos de tierra cubierta de grass, que en el Perú son conocidas como “champas”. Según el Ministerio de Cultura (2015), la palabra “champa” proviene del quechua ch’ampa, la cual hace referencia a las raíces entrecruzadas de ichu y otros pastos silvestres.

En la actualidad, la demanda de estas especies de cespced está cubierta a través de la extracción y comercialización formal e informal de champas, ya que la rapidez de su implementación logra que la superficie sembrada parezca una alfombra luego de su instalación. Las empresas productoras de césped lo cultivan a campo abierto y lo comercializan en tres a cuatro meses. Por ejemplo, las champas de césped americano (*Stenotaphrum secundatum*) son extraídas con una capa de 4 – 5 cm de tierra agrícola, un peso aproximado es de 37 – 40 kilos/m<sup>2</sup> y un costo en chacra de S/4.00 a S/6.00. Normalmente un camión de 10 toneladas puede llevar hasta 200 m<sup>2</sup> de césped.

Las zonas tradicionalmente productoras de césped en Lima son Lurín y Lurigancho - Chosica, que debido a la extracción de champas han venido soportando la acción depredadora de sus suelos. Como consecuencia, se han perdido las capas superiores del suelo agrícola donde se concentran los microorganismos que intervienen en el ciclo de los nutrientes. Esta acción continúa, a pesar de que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) hace mención que sólo el 12 por ciento de la superficie de la tierra es fácilmente cultivable y que la formación del suelo es un proceso muy lento que precisa cientos de años para lograr el espesor mínimo necesario para la mayoría de los cultivos. Así pues, es de esperar que más pronto que tarde se hagan cumplir disposiciones que prohíban este tipo de actividad depredadora del suelo, dejando libre el mercado a las producciones sostenibles.

Una forma de evitar el uso de suelo agrícola en el cultivo de césped, es aprovechar la gran cantidad de residuos generados por actividades primarias (desechos y/o residuos orgánicos urbanos como los residuos de podas de árboles y céspedes), los cuales pueden ser

transformados en compost y utilizados como sustrato en la producción de tepes. Así se le podría dar un valor agregado al compost y generar mayor cantidad de puestos de trabajo.

El uso de sustratos en la producción de tepes, es una metodología que se presenta como una alternativa de negocio para dar solución a la problemática del cultivo intensivo de césped que genera una depredación del suelo agrícola. Además, permite aprovechar como insumo en el cultivo de césped los desechos orgánicos generados por la ciudad y reducir el peso del producto final.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.2 1.1.1 Objetivo General**

- Determinar la mejor alternativa de producción para los céspedes *Cynodon dactylon* y *Paspalum vaginatum* bajo sistema de tepes, estableciendo la mejor mezcla de sustratos y tipos de aislantes.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el desarrollo y crecimiento de los céspedes *Cynodon dactylon* y *Paspalum vaginatum* bajo el cultivo en tepes mediante la determinación de altura de planta, producción de follaje, porcentaje de cubrimiento, calidad visual e intensidad de color.
- Determinar el peso más ligero por metro cuadrado de los tepes de *Cynodon dactylon* y *Paspalum vaginatum* y comprobar la facilidad de enrollamiento.
- Determinar la producción más económica de tepes por metro cuadrado.



## **II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CÉSPED**

#### **2.1.1 Importancia del cultivo**

Según Mayo (2010) se entiende por área verde a toda superficie de dominio público o privado que está destinada a ser ocupada por diferentes formas de vegetales para la generación de influencias benéficas al hábitat urbano. La Municipalidad Metropolitana de Lima en la Ordenanza 525 del año 2003, establece que son áreas verdes los monumentos históricos naturales, parques, jardines, plazas, plazuelas, paseos, parques metropolitanos, parques locales, áreas de conservación ambiental y en general aquellas áreas de uso público que se encuentran cubiertas por plantas.

Las áreas verdes en las ciudades juegan un papel fundamental en la mejora de la calidad de vida. Según la OMS, la disponibilidad y accesibilidad de estas áreas contribuye con el bienestar físico y psicológico de la población, con la mejora de la calidad del aire y, además promueve la integración social. Sin embargo, la última encuesta de El Comercio-Ipsos (2015) revela altos niveles de insatisfacción de la mayoría de los limeños por el déficit de espacios verdes. De hecho, el 58 por ciento de ellos están insatisfechos con la cantidad de parques existentes en su distrito, mientras que el 64 por ciento lo está con el estado de conservación de estos. En los sectores C, D y E el nivel de descontento por falta de parques es aún mayor: 62, 72 y 64 por ciento, respectivamente.

La OMS aconseja el diseño de redes de áreas verdes de tal manera que todos los residentes vivan cerca de un espacio abierto a una distancia de no más de 1.5 minutos a pie (Villarán, 2010). A pesar de la poca accesibilidad de espacios verdes, la cobertura vegetal total de Lima Metropolitana es de 40,529 hectáreas y se encuentra conformada por lomas (21,280 ha), humedales (180 ha), valles (11,099 ha) y áreas verdes (7,970 ha) tanto públicas como privadas. En total, al año 2013 se calculó que Lima Metropolitana poseía 3,207 hectáreas de áreas verdes públicas con el siguiente detalle: parques distritales (1,667 ha), bermas verdes (696 ha), parques zonales y zoológicos (350 ha), parques metropolitanos (20 ha) y

otros (494 ha). Los parques zonales tienen 195 ha de césped (56% del total), 95,000 árboles y 50,000 arbustos, mientras que los parques metropolitanos tienen 15 ha de césped (75% del total) y 3,600 árboles (Lima Cómo Vamos, 2015). Así pues, los céspedes constituyen una parte muy importante cuantitativa y cualitativamente de cualquier espacio verde (Velarde, 2008), ya que forman parte esencial de todas estas áreas.

Actualmente, la demanda de césped está creciendo de forma acelerada, debido al gran desarrollo de proyectos arquitectónicos residenciales, parques públicos, campos deportivos, escuelas, centros de jardinería, jardines de casas, carreteras, propiedades comerciales y cementerios (Williams, 2011). Esto convierte a la producción de césped en una opción muy viable para muchos de los productores del país. Además, el césped es un promotor de ventas en jardinería, pues al comprarlo también se compran fertilizantes, equipos de jardinería, árboles, arbustos, plantas de estación y otros accesorios necesarios para el mantenimiento del jardín.

### **2.1.2 Especies cespitosas comúnmente utilizadas**

La industria de los viveros se ha diversificado enormemente y actualmente produce una gran variedad de plantas de estación, herbáceas, perennes, enredaderas, cubresuelos, céspedes, arbustos y árboles (Anca, 2003). En el caso del césped existe una amplia gama de especies, las cuales están divididas en céspedes de clima frío y de clima cálido. Las especies de clima frío están mejor adaptadas a temperaturas de 18.3 a 23.9 °C; en cambio los céspedes de clima cálido lo están a temperaturas de 26.7 a 35 °C (Christians, 2004).

Los céspedes de climas cálidos son representados por más géneros que los de climas fríos (Christians, 2004). En el país, se utilizan los céspedes de clima cálido, principalmente el *Stenotaphrum secundatum* o más conocido como grass americano; seguido por las especies *Paspalum vaginatum* (Paspalum), *Cynodon dactylon* (Bermuda) y *Zoysia japonica* (grass japonés).

Una de las diferencias que se puede encontrar en estos céspedes de climas cálidos es su consumo de agua que oscila entre menos de 6.0 mm hasta 8.5 – 10.0 mm por día. Los híbridos de Bermuda tienen una tasa de uso del agua relativamente baja (6 – 7 mm/día), mientras que el Paspalum tiene una tasa moderada de uso del agua (7 – 8.5 mm/día) (Huang, 2008). Asimismo, en la parte fitosanitaria, los céspedes Bermuda y Paspalum son

tolerantes a muchas plagas y enfermedades, en comparación con el grass americano que es mucho más sensible (Christians, 2004).

### **2.1.3 Zonas productoras de césped**

En el Perú, según el IV Censo Nacional Agropecuario la superficie agropecuaria cubre 38'742,465 ha lo cual representa el 30.1 por ciento del territorio nacional, mientras que la superficie agrícola solo representa el 18.5 por ciento del total (7'125,008 ha). En la superficie agrícola, no se tienen registros sobre el área que ocupa la producción de césped en el Perú, pero se puede mencionar que las zonas productoras más conocidas de este cultivo son: Lurín, Lurigancho-Chosica, Cañete, Huaral y Mala.

Lurín y Lurigancho – Chosica son las principales zonas productoras de césped. Están ubicadas en las últimas grandes áreas agrícolas en la ciudad, donde experimentan la amenaza permanente de la expansión urbana debido a que en los últimos años estos distritos están desarrollando industrias y proyectos inmobiliarios de vivienda, sin una visión integral del territorio (Palacios, 2015). La disminución de suelo agrícola alrededor de la provincia de Lima ha sido muy drástica en los últimos años, la presión urbana hace que los precios de tierras agrícolas se incrementen e induce a que algunos productores de césped discontinúen esta actividad (Castro *et al.*, 2007). Por esta razón mucha de la producción de césped está siendo desplazada a zonas como Cañete, Huaral y Mala.

A nivel mundial, existen 5 principales productores de césped. Estados Unidos es el mayor productor y exportador de semillas de gramíneas forrajeras y de césped del mundo con 376,550 TM. A esto le sigue la Unión Europea (UE15) que en su conjunto lo conforman Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Austria, Finlandia y Suecia con 116,136 TM; siendo Dinamarca, Alemania, Países Bajos y Francia los principales países europeos productores de gramíneas. Luego Canadá con 34,473 TM, Nueva Zelanda con 25,540 TM, Argentina con 6,040 TM y República Checa con 4,593 TM (Wong, 2005).

### **2.1.4 Actual sistema de producción de céspedes**

El consumidor final de césped tiene varias opciones para la implantación en su jardín, a través de una siembra directa por semillas, a través de la siembra de esquejes o por tepes. Esta última es la forma más popular de establecimiento de césped.

La propagación por semilla botánica se puede hacer a mano, distribuyendo la semilla homogéneamente sobre el terreno (Morin *et al.*, 1978). A pesar de que el costo inicial de este tipo de establecimiento es el más bajo (una bolsa de 1 kg cuesta aproximadamente S/ 70.00 y puede rendir para 40 o 50 m<sup>2</sup>), toma un tiempo más largo para que el césped se establezca. Las áreas sembradas necesitan ser restringidas al uso hasta por un período de dos meses y existe alto riesgo de que la germinación se vea afectada por temperaturas cambiantes y por un riego pesado. Además, la probabilidad de invasión de malezas es alta en este tipo de establecimiento (Ricigliano, 2016).

La siembra de césped por medio de esquejes se hace con estolones de una longitud de 20 – 30 cm, en los cuales dos tercios del material vegetativo se introducen en el suelo. La densidad de la siembra esta en relación directa con la rapidez y grado de cobertura deseados. En promedio, un saco de césped americano puede rendir para 10 a 20 m<sup>2</sup> de terreno definitivo (Morin *et al.*, 1978). Para fines económicos se debe tener en cuenta que se debe realizar una resiembra del 20 por ciento del total de la semilla asexual utilizada (Pineda *et al.*, 2006). Dependiendo del tamaño del terreno, la siembra por esquejes puede tomar mucho tiempo para plantar y mantener; sin embargo, el costo de instalación de césped por esquejes puede bordear los S/5.00 por metro cuadrado.

Para la producción de los tepes se tiene que esperar de tres a cuatro meses de producción en campo, después de sembrados los estolones, rizomas o semillas. Las siembras se realizan todos los meses y a un jornalero se le puede estar pagando S/ 50.00 por la siembra de 100 m<sup>2</sup>. Asimismo, en el tiempo de producción, cada 15 días se poda a dos o tres cm de altura y en promedio se hacen cinco cortes hasta la cosecha. En cuanto a las labores de mantenimiento se encuentra el riego, el cual se realiza por inundación inmediatamente después de la siembra. Los primeros 15 días son los más importantes y el campo es inundado tres veces a la semana (interdiariamente) en estos primeros días; después del periodo crítico, el riego se realiza de forma regular dejando tres a cuatro días según el clima.

Una vez que el campo de producción está totalmente cubierto se realiza la extracción de las champas con una “cosechadora de césped”, esta máquina corta bloques de 0.5 m de largo por 0.5 m de ancho y a su vez extrae en promedio 5 cm de suelo. El césped ya constituido se comercializa en forma de láminas, con su parte proporcional de tierra unida a las raíces, constituyendo las famosas champas de grass. En otros lugares, como Estados Unidos,

Europa, Australia o Brasil se constituyen rollos como si fuesen una alfombra de diferentes dimensiones, a las que se les denomina “sod”, “tepes” o “panes”. Cuales sean los tamaños del bloque de césped, este sistema es más eficaz que la siembra directa en campo por semilla o esqueje (Orta, 2006), pues permite poner a disposición de los usuarios la colocación de un césped denso y resistente, mientras que se hubiera tenido que esperar al menos un año para obtener los mismos resultados a partir de la siembra clásica (Thomas *et al.*, 1985). Sin embargo, el costo de la implementación de un jardín con tepes puede costar aproximadamente S/ 11.00 por metro cuadrado, siendo este método el más caro.

A pesar de las ventajas comerciales que representa la producción de champas para los productores de césped, en un año de producción se extrae aproximadamente 0.15 m de suelo; por lo tanto, en una hectárea se extraen 1500 m<sup>3</sup> de tierra de chacra al año. El costo aproximado para reponer los 1500 m<sup>3</sup> de tierra de chacra extraída con las champas de grass sería de S/ 60,000.00 al año, a un costo de S/ 400.00 por 10 m<sup>3</sup> de tierra de chacra. Valenzuela (2003) menciona que la producción en este tipo de sistema elimina parte importante de la capa vegetal de los suelos, depreciándolos en forma significativa. A su vez Casas (2009), enfatiza que el sistema actual de producción de césped provoca la degradación del suelo, lo que se traduce en una baja sustentabilidad de producción y de cualquier actividad agrícola posterior, de esta manera se hace uso del predio arrendado hasta que el suelo pierda sus capacidades y potencialidades productivas, tras lo cual se traslada la producción a nuevos terrenos.

Teniendo en cuenta que la pérdida y degradación del suelo no son reversibles en el curso de una vida humana y que este recurso es la base para la producción de alimentos, forraje, combustibles y fibras, puede decirse que el suelo es un recurso natural muy valioso que a menudo no se le presta la debida atención (FAO, 2015). Pese a ello se han tomado diferentes medidas políticas para conservar este recurso, así el D. S. 017- 2009-AG del 02 de septiembre del 2009 busca evitar la degradación de los suelos como medio natural de bioproducción y fuente alimentaria y promover y difundir el uso racional continuado del recurso suelo con el fin de conseguir de este recurso el óptimo beneficio social y económico dentro de la concepción y principios del desarrollo sostenible. Thompson *et al.* (2002), mencionan que la vida es esencial para el suelo y el suelo esencial para la vida, pues la capa de suelo cuyo espesor varía entre unos pocos centímetros y dos o tres metros, puede parecer insignificante comparada con la masa de nuestro planeta; sin embargo, en

esos pocos centímetros, los reinos vegetal y animal se encuentran con el mundo mineral y establecen con él una relación dinámica.

Es importante indicar que el sistema actual de obtención de champas en tierras agrícolas tiene muchos defectos, entre ellos se encuentra la medida de los cortes, pues debido al poco entrelazamiento de las raíces con la capa de suelo que es retirada, las champas se desmoronan y es difícil de obtener tamaños más grandes que 0.5 m x 0.5 m. Sin embargo, es necesario mencionar que se pueden hacer rollos de 0.5 m x 1 m si es que el tiempo en campo es de más de cuatro meses.

Otra desventaja es el difícil manipuleo de las champas por parte de los trabajadores debido al gran peso que implica cargarlas. El peso aproximado de un metro cuadrado de césped americano es de 37 a 40 kg; no obstante, la Ley 29088 "Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo de Estibadores Terrestres y Transportistas Manuales" establece que los pesos máximos permitidos para cualquier actividad que involucre manipulación manual de carga son de 25 kg para levantar desde el suelo por un solo trabajador masculino y de 12.5 kg para un trabajador femenino. Durante una jornada de trabajo diaria, no se deberá sobrepasar los seis mil kilogramos.

Finalmente, la existencia de malezas en las champas cosechadas de los campos productivos hace que una vez instalado el césped en los jardines de los consumidores finales comience la proliferación de malezas.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN**

Las gramíneas son un diverso grupo de más de 10,000 especies individuales, pero solo un pequeño número de esta familia es adecuada para el uso como césped. Ellos son generalmente los miembros más compactos de este grupo, los cuales son capaces de formar una alta densidad de follaje bajo la continua defoliación causada por la poda. Existen menos de 50 especies de gramíneas en el mundo que cumplen con este criterio (Christians, 2004).

En esta investigación las especies *Cynodon dactylon* y *Paspalum vaginatum* fueron seleccionadas por sus características agronómicas de alta tolerancia a la salinidad y bajo consumo de agua y por sus características visuales de finura.

## **2.2.1 Bermuda**

### **2.2.1.1 Del género *Cynodon* Richard Richard**

Es un género rizomatoso o estolonífero, perenne, con cañas rastreras que arraigan en los nudos; láminas foliares planas o involutas, filiformes; inflorescencia en racimos digitados con espiguillas dispuestas a un solo lado del raquis; espiguillas angostamente aovadas, 1-floras, fuerte y lateralmente comprimidas; glumas angostas, subiguales, más cortas que la lema, uninervada; lema aovado-oblonga, 3-nervada. Este género presenta ocho especies distribuidas en los trópicos y partes cálidas de las zonas templadas (Tovar, 1993).

### **2.2.1.2 De la especie *Cynodon dactylon* Linnaeus**

Es una especie estolonífera y rizomatosa; con cañas rastreras numerosas. Láminas foliares de 1-9 cm de largo por 2-3 mm de ancho, planas o plegadas. Inflorescencia exserta, terminal, con cuatro-seis espigas digitadas, las espigas de 1,5-4 cm de largo, con espiguillas unilateralmente dispuestas. Espiguillas numerosas, 1-floras, adpresas al raquis, de 2 mm de largo, aquilladas. Glumas subiguales, de 1-1,6 mm de largo, la inferior linear, arqueada, la superior recta, subulada. Lema cerca de 2 mm de largo, aquillada, ligeramente vilosa en la quilla. Palea más o menos igual al lema. Raquila prolongada detrás de la palea, de 1 mm de largo (Tovar, 1993).

Esta especie es también llamada Pasto de Bermudas (España), Gramón (Francia), Bermudagrass (Estados Unidos), Bermudagrass (Alemania), Gramigna (Italia) (Thomas *et al.*, 1985). Se encuentra ampliamente distribuida en las partes cálidas de ambos hemisferios. En el Perú se encuentra en la costa, la selva tropical de la Amazonia y en los valles interandinos por debajo de los 3000 m. Su hábitat son las aguas salobres, a lo largo de la costa pacífica y atlántica, ocupando los llamados "gramadales" (Tovar, 1993).

Es necesario mencionar que existen cultivares del híbrido de Bermudagrass [*C. dactylon* (L.). Per. X *C. transvaalensis* Burt Davy] los cuales son 'Champion', 'FloraDwarf', 'Midiron', 'Midlawn', 'Midfield', 'Tiffine', 'Tifgreen', 'Tifdwarf', 'TifEagle' (TW-72), 'Tiflawn', 'Tifway' y 'Tifsport'. Los cultivares 'Mid' son híbridos estériles que solo pueden ser establecidos vegetativamente (Vargas, 2010).

Este césped es utilizado en todo tipo de áreas verdes, parques, jardines y campos deportivos (Alabama, 2015). Asimismo, es el principal césped de clima cálido para golf (Vargas, 2010).

### **2.2.1.3 Características agronómicas**

#### **a. Forma de propagación**

Se puede sembrar de semilla, estolones o rizomas (Struhs y Santilla, 2002). Los estolones son vástagos que nacen del tallo y se arrastran para echar, a trechos, raíces de nuevas plantas, por lo que se considera un pasto invasor, no solo de otras zonas de césped, sino también de las partes del jardín que contiene diversas plantas. Estos estolones pueden llegar a medir hasta 7 m de largo (Lesur, 2012). En cuanto a la siembra por semilla, la dosis de siembra para *Cynodon dactylon* oscila entre 10 – 15 g de semilla por m<sup>2</sup> (Velarde, 2006), esto variará según el propósito de uso.

#### **b. Clima**

Esta especie es adaptada a clima semitropical y tropical (Struhs y Santilla, 2002). Es resistente a la sequía y no soporta bien las heladas, prefiere el calor incluso excesivo (Thomas *et al.*, 1985). Se torna marrón con temperaturas por debajo de 10° C (McCarty *et al.*, 2002).

#### **c. Suelo**

Prospera en terrenos pobres, arenosos que pueden recibir poco riego y en tierra compacta y barrosa (Thomas *et al.*, 1985; Lesur, 2012). Además de ello presenta buena tolerancia a la sal (Struhs y Santilla, 2002) y un amplio rango de pH en el orden de 5.5 a 8.5 (McCarty *et al.*, 2002).

#### **d. Agua**

Esta especie presenta buena tolerancia a la sequía (Struhs y Santilla, 2002) y una rápida recuperación de daño (McCarty *et al.*, 2002).

#### **e. Nutrición mineral**

El césped Bermuda presenta altos requerimientos de nitrógeno, aproximadamente 24 a 98 kg/ha por mes de crecimiento (McCarty *et al.*, 2002). Asimismo, Vargas (2010) menciona



que los cultivares de Bermuda deberían ser fertilizado durante cinco meses del periodo de activo crecimiento con una tasa de 488 kg N/ha para mantener una aceptable calidad.

#### **f. Podas o cortes**

Es tolerante a cortes bajos (Vargas, 2010). Thomas *et al.* (1985) y Lesur (2012) mencionan que esta especie puede ser podada de 0.5 a 4 cm del suelo.

#### **g. Plagas y enfermedades**

Garcia (2006) registró en parques y jardines de Lima a *Herpetogramma phaeopteralis* de la familia Pyralidae como la plaga más frecuente y abundante. Las larvas de noche comen hojas, brotes y corona; de día se refugian en tubos de residuos y seda.

Santos (2018) menciona que Bermuda es una especie rústica y adaptable a las condiciones de la costa central (medianamente salinas) y clima (caracterizado por temperaturas medias, no extremas). Esto le confiere alta resistencia a plagas y enfermedades. Entre algunas enfermedades que se presentan en Lima se encuentran *Pseudoseptoria* (Mancha foliar), cuando la temperatura es superior al promedio normal y *Sclerotinia homeocarpa* (Mancha del “dólar”), en las temporadas de gran humedad y calor.

#### **h. Calidad ornamental**

*Cynodon dactylon* es un césped perenne de estación cálida ciclo primera-verano-otoño, muy utilizado en nuestro país, denso, textura media, color verde medio oscuro de crecimiento vigoroso que se adapta bien a esquemas de bajo mantenimiento y logra una superficie de calidad con manejo apropiado; soporta tránsito intenso y posee excelente capacidad de recuperación en caso de deterioro (Alabama, 2015). Es un pasto burdo; sin embargo, posee una baja tolerancia a la sombra (Struhs y Santilla, 2002).

### **2.2.2 Paspalum**

#### **2.2.2.1 Del género *Paspalum* Linnaeus Linnaeus**

Es un género anual o perenne de inflorescencia compuesta por racimos solitarios o numerosos, digitados o esparcidos a lo largo del eje florífero; espiguillas orbiculares hasta elípticas, plano-convexas, ordenadas unilateralmente en un raquis aplanado angosto o alado; gluma inferior ausente o raramente presente; gluma superior membranácea, tan larga como la espiguilla, raramente más corta; flor inferior reducida a lema con palea ausente,

estéril; flor superior hermafrodita con lema y palea coriáceas, comúnmente obtusas. Aproximadamente existen 330 especies a través de los trópicos, pero mayormente son de América (Tovar, 1993).

#### **2.2.2.2 De la especie *Paspalum vaginatum* Swartz**

Es una especie perenne, rizomatosa o estolonífera, de ambientes salobres, con cañas decumbentes en la base. Vainas aquilladas. Láminas foliares de 3-15 cm de largo por 2-4 mm de ancho, dísticas, involutas o subinvolutas, rectas. Inflorescencia compuesta por dos racimos subdivergentes, con raquis ligeramente alado. Espiguillas de 2-5 cm de largo, dispuestas en dos hileras. Espiguillas aovado-lanceoladas o lanceoladas, de 3.2-3.5 mm de largo, glabras. Gluma superior y lema estéril membranáceas. Lema fértil de 2.5-3.2 mm de largo, subaguda en el ápice, finamente estriada. Se encuentra distribuida del sur y suroeste de Estados Unidos de Norteamérica, México hasta Argentina (Tovar, 1993). Es comúnmente llamado grama de agua, césped del mar, gramilla blanca, grama o chépica blanca (Pastor, 2010).

El programa de propagación de la Universidad de Georgia tiene la colección más grande de *Paspalum* y ha reunido más de 300 ecotipos de esta especie. Algunos de los cultivares más conocidos son ‘Sea Isle 1’ colectado en Argentina, ‘Sea Isla 2000’, ‘Sea Isle Supreme’, ‘Salam’, ‘Seaway’, ‘Sea Dwarf’, y ‘Sea Spray’ (Christians, 2004). Otros cultivares son ‘Aloha’ propiedad de Environmental Turf Inc., ‘Neptune’, y ‘Seagreen’ (Brosnan *et al.*, 2008).

El *Paspalum* puede ser utilizado como césped ornamental y/o césped deportivo, incluyendo campos de golf, de futbol, baseball, softball y futbol americano (Environmental Turf, 2009).

#### **2.2.2.3 Características agronómicas**

##### **a. Forma de propagación**

Es una especie botánica herbácea perenne que debe propagarse de forma vegetativa, por estolones y rizomas, ya que la producción de semilla viable no es factible (Pastor, 2010; Duncan y Carrow, 1999). Los estolones deben ser 15-20 cm de largo y deben tener al menos dos nodos vegetativos. Idealmente, el material vegetativo debe plantarse dentro de las 48 horas de su cosecha (Brosnan *et al.*, 2008).

La única excepción a la propagación vegetativa es el cultivar ‘Seaspray’, que puede ser establecido a partir de semillas. ‘Seaspray’ es un cultivar de distribución patentada por Scotts Turf-Seed Inc. (Brosnan *et al.*, 2008).

#### **b. Clima**

Es una especie de clima semitropical y tropical (Struhs y Santilla, 2002). Su hábitat nativo son dunas arenosas y lugares salinos de la costa marítima (Pastor, 2010). Su óptimo crecimiento ocurre en temperaturas cálidas y días largos ya que es relativamente intolerante a las temperaturas frías (Vargas, 2010).

#### **c. Suelo**

*P. vaginatum* presenta buen desarrollo radicular en suelos arenosos y se adapta a todo tipo de suelo, admitiendo un pH entre 3.6 y 10.2 (Brosnan *et al.*, 2008). Tolera suelos infértiles, inundados o con altas concentraciones salinas (Raymer *et al.*, 2007). El *Paspalum* tolera niveles de salinidad del suelo de hasta 54 dS/m, un nivel en el que la mayoría de los cultivos hortícolas no pueden sobrevivir (Brosnan *et al.*, 2008).

#### **d. Agua**

No existe ninguna otra especie o variedad que soporte mejor las condiciones de salinidad en agua de suelo, ya que presenta una excelente tolerancia a la sal (Struhs y Santilla, 2002) y algunas variedades pueden incluso ser mantenidas con agua de mar de 34,486 ppm de sal (Christians, 2004). Además, su consumo de agua es muy inferior al de las variedades más rústicas de grama fina, pues gracias a su poderoso sistema radicular es tolerante a la sequía (Struhs y Santilla, 2002; Pastor, 2010). Por el otro lado, esta especie puede crecer en áreas que reciben extensos periodos de lluvia pesada (Vargas, 2010).

#### **e. Nutrición mineral**

El *Paspalum* produce una alta calidad de césped con mínimos requerimientos de fertilización. Esta especie tiene un bajo requerimiento de nitrógeno, ya que con ser fertilizada cuatro veces en 4 meses con una tasa de aplicación de nitrógeno de 49 kg N/ha se puede obtener una aceptable calidad visual. A pesar del hecho que puede exhibir su mejor calidad y crecimiento bajo óptimas condiciones ambientales, *Paspalum* puede sobrevivir por debajo de las condiciones óptimas por un prolongado periodo (Vargas, 2010).

#### **f. Podas o cortes**

*Paspalum* tolera cortes bajos desde cerca de 2.54 mm a 10.16 cm de altura (Vargas, 2010; Raymer *et al.*, 2007)

#### **g. Plagas y enfermedades**

Por su origen es la especie cespitosa que mejor soporta el encharcamiento y es prácticamente inmune a las enfermedades y plagas habituales, por lo que no se requiere costosos tratamientos fitosanitarios (Pastor, 2010). Además de ello, presenta una buena tolerancia a los nemátodos (Struhs y Santilla, 2002). Otras de las ventajas de este grass refieren a que puede ser tolerante a amplios rangos de stress (Vargas, 2010).

#### **h. Calidad ornamental**

Esta especie forma un césped de alta calidad (Vargas, 2010), extraordinariamente denso, compacto y de una finura de hoja similar al Bermuda, pero dotado de una mayor robustez, lo que lo hace muy resistente al pisoteo, al arrancamiento y le permite competir con las malas hierbas (Pastor, 2010).

Es un césped de color verde brillante a verde oscuro con un mediano nivel de mantenimiento (Vargas, 2010; Brosnan *et al.*, 2008), pero con una baja tolerancia a la sombra (Struhs y Santilla, 2002).

### **2.3 MATERIALES ORGÁNICOS UTILIZADOS COMO SUSTRATO EN LA INVESTIGACIÓN**

Cualquier medio sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo que sirva de soporte para las raíces de la planta interviniendo o no en el proceso de nutrición, se considera un sustrato (Abad y Noguera, 1998; Fonteno, 1999; Terés, 2001). La posibilidad de aprovechar como sustrato hortícola la diversidad de materiales disponibles en nuestro entorno, está supeditada al buen conocimiento de sus propiedades y adoptar técnicas de manejo pertinentes (Martínez *et al.*, 2011).

La Ley general de residuos sólidos (Ley N° 27314, 2004) de la Gestión Ambiental de residuos sólidos en el Art. 4°. Lineamiento de política, Inc. 5 hace mención sobre desarrollar y utilizar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización, que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos

sólidos y su manejo. Así también en el Inc. 6 se plantea el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.

Múltiples investigaciones llevadas a cabo en los últimos años han demostrado las ventajas de utilizar materiales residuales o subproductos de nulo o escaso valor comercial (Burés, 1997; Abad y Noguera, 1998), favoreciendo así una demanda creciente de materiales de desecho y revalorizando a la vez dichos productos como son los casos de cascarilla de arroz, la fibra de coco, la escoria de carbón, aserrín, etc. (Tabla 1). La recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos orgánicos en insumos útiles al sector de la jardinería y otros sectores, es una opción con posibilidades de solución a la problemática ambiental urbana (Carrasco, 2009). Además, ofrece justificados y reconocidos beneficios tanto en el orden ecológico como económico y social (Opazo, 1991).

**Tabla 1:** Materiales residuales y subproductos que pueden ser utilizados como sustrato de cultivo.

Actividad	Residuo	Subproducto
Explotación forestal	Industria maderera	Corteza de árboles, aserrín o viruta de madera
Explotación agrícola	Poda Coco	Restos de poda Fibra de coco
Núcleos urbanos	Jardinería urbana	Restos vegetales
Explotación ganadera	Excrementos	Estiércol, gallinaza

Fuente: Burés (1997) y Abad y Noguera (1998)

### 2.3.1 Propiedades de los sustratos

#### 2.3.1.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas constituyen el conjunto de características que describen el comportamiento del sustrato en relación con su porosidad. Estas propiedades determinan la fracción sólida, líquida y gaseosa del sustrato y, por lo tanto, las cantidades de agua y de aire de los que va a disponer la planta. Por consiguiente, de dichas características dependen tanto la alimentación de la planta como la respiración radicular y todos los procesos afectados por ellas. Es necesario mencionar que una vez que el sustrato ha sido ocupado por las raíces dentro de un contenedor, no es posible modificar sus propiedades físicas por lo cual este es un asunto importante que solo se resuelve a priori haciendo la elección acertada del material (Martínez *et al.*, 2011).

Dentro de las propiedades físicas se puede encontrar:

- La densidad aparente, la cual es la masa del volumen del sustrato definida como la relación entre la masa del material seco a 105°C y el volumen ocupado, incluido el espacio de poros intermedio (Martínez *et al.*, 2011).
- La porosidad, la cual corresponde al porcentaje en volumen del sustrato que no se encuentra ocupado por la fase sólida, es decir, el cociente entre el volumen de poros ( $V_p$ ) y el volumen total del medio de cultivo ( $V_t$ ) (Ansorena, 1994).
- La capacidad de retención de agua es la propiedad física que determina la cantidad de agua que puede retener o almacenar un sustrato, bajo unas condiciones de medida normalizadas. La capacidad de retención de agua se puede expresar de varias formas, siendo las más comunes g de agua por 100 g de sustrato seco y ml de agua por litro de sustrato (Martínez, 1992).
- La capacidad de aireación del sustrato es la diferencia entre el volumen de porosidad total y el volumen de agua a 10 cm de tensión de columna de agua. Este volumen coincide empíricamente con el de poros vacíos de agua cuando, después de saturar el sustrato, se deja drenar (Gruda *et al.*, 2008).
- La granulometría de un sustrato expresa la distribución de las partículas como porcentaje de la masa de cada fracción de tamaño, en relación con la masa total seca al aire (Martínez *et al.*, 2011).

### **2.3.1.2 Propiedades químicas**

Las propiedades químicas se derivan de la composición elemental de los materiales que configuran el sustrato y del modo de estar los elementos fijados a estos y su relación con el medio. La reactividad de un sustrato se plasma en un intercambio de materia entre el material sólido que forma el sustrato y el líquido que llena los intersticios (la solución del sustrato- la fase líquida). Un sustrato podrá ser más o menos estable en el tiempo en función de su reactividad química, puesto que el material que compone el sustrato puede reaccionar con la fase líquida, liberando o absorbiendo elementos nutritivos o bien puede ser un material que no se descomponga ni libere elementos solubles (Burés, 2002).

Dentro de las propiedades químicas se encuentran:

- La conductividad eléctrica, la cual expresa de una manera aproximada la concentración de sales ionizadas en la solución del sustrato. La concentración total

de sales afecta el potencial osmótico, que está relacionado con la concentración iónica en la fase líquida (Burés, 1997).

- El pH es otra propiedad química que establece la medida de la acidez o alcalinidad del medio. El pH del medio de cultivo controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles para su absorción (Barbaro, 2014).
- La CIC es la suma de todos los cationes intercambiables o complejo de cambio (Martínez *et al.*, 2011). Esta CIC, es una medida de la aptitud de un sustrato para contener a los nutrientes que se encuentran en él, es un proceso reversible mediante el cual las partículas sólidas del suelo o sustrato absorben iones de la fase acuosa y desabsorben al mismo tiempo cantidades equivalentes de otros cationes para establecer el equilibrio entre ambas fases (Fonteno, 1999). En los sustratos orgánicos, la CIC procede de las superficies y las zonas de ruptura de las moléculas de celulosa, hemicelulosa y lignina, que constituyen las paredes celulares de las células vegetales (Martínez *et al.*, 2011).
- La relación Carbono/Nitrógeno (C/N) en sustratos de origen orgánico, informa sobre su estado de descomposición en la que intervienen los microorganismos que, en el proceso de transformación del material, consumen principalmente nitrógeno y oxígeno. Estos datos son importantes porque el cultivo en sustrato orgánico puede verse limitado en la disponibilidad de estos elementos necesarios debido a la competencia de las bacterias (Martínez *et al.*, 2011).
- El porcentaje de materia orgánica, el cual indica que los sustratos que contienen materia orgánica presentan una actividad química propia, aportan nutrientes a las plantas en la medida que la materia se desintegra. Toda la materia orgánica es inestable y por lo tanto susceptible de degradación por la acción de microorganismos o descomposición biológica y reacciones químicas (Burés, 1997).

### **2.3.2 Insumos para sustratos**

El sustrato tiene dos funciones principales, la primera es anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que la planta necesite (Calderón *et al.*, 2003). Desde el punto de vista hortícola, la finalidad del sustrato es producir una planta o cosecha abundante y de buena calidad, en el periodo de tiempo más corto posible y con los menores costos de producción. Además,

el sustrato utilizado no debe provocar un impacto ambiental de importancia (Abad *et al.*, 2005).

La elección del tipo de sustrato depende de las características del cultivo a implantar, de la instalación y de las variables ambientales. Además, se deben tener en cuenta las prácticas para manejarlo, de tal forma que se obtengan los resultados esperados (Martínez *et al.*, 2011). Así pues, los materiales que pueden ser usados como sustratos deberían tener las siguientes características: elevada capacidad de retención de agua, suficiente suministro de aire, adecuado tamaño de partículas que permitan un equilibrio agua-aire, baja densidad aparente, estructura estable, baja salinidad, capacidad para mantener constante el pH, mínima velocidad de descomposición, no debe liberar sustancias tóxicas para las plantas, fácil de mezclar, fácil de desinfectar, disponible en el mercado y de bajo costo; sin embargo, un material por sí solo no reúne todas las características deseadas para ser considerado un sustrato ideal, es así que se tiene que recurrir a la mezcla de sustratos para obtener las características deseadas (Rodríguez *et al.*, 2004).

### **2.3.2.1 Compost**

Un ejemplo muy reconocido basado en la recuperación y reciclaje de los desechos orgánicos es el caso del compost, el cual ha venido empleándose mayoritariamente en agricultura como abono y enmienda orgánica del suelo, aunque en los últimos años ha surgido un nuevo e importante campo de aplicación al utilizarse también como sustrato o componente de sustratos para el cultivo sin suelo (Moreno, 2008).

#### **a. Compostaje**

El compostaje es la descomposición biológica de los constituyentes orgánicos de los residuos en condiciones controladas (Golueke, 1972). El objetivo del compostaje es dar estabilidad al material, eliminar componentes dañinos y dotarle de mejores propiedades para el cultivo de plantas. Para ello son necesarias condiciones de humedad y de aireación que determinen temperaturas favorables para organismos llamados termófilos.

El proceso tiene tres fases: 1) Fase inicial, de uno a dos días, en la que se descomponen los compuestos fácilmente degradables; 2) Fase termófila, que dura varios meses, en la que se degrada la celulosa en un proceso bacteriano aerobio; y 3) Fase de estabilización, en la que la temperatura baja, el ritmo de la descomposición disminuye y el compost es recolonizado por microorganismos mesófilos (Martínez *et al.*, 2011).



## **b. Compost como sustrato**

En general y salvo contadas excepciones el compost, como componente único, no puede ser utilizado como sustrato para la producción de plantines, macetas de cultivo o cultivos fuera de suelo en general. Las razones de ello son fundamentalmente dos: (1) la escasa capacidad de aireación que tiene el compost que hace que sea muy asfixiante para el cultivo y (2) la elevada salinidad del compost en la mayoría de los casos. Pese a las dos razones anteriores, el compost puede utilizarse en mezclas con otros materiales orgánicos más aireantes como fibra de coco, etc. (Moreno, 2008).

### **2.3.2.2 Aserrín**

Existen numerosos establecimientos en Lima que se dedican a la comercialización de la madera aserrada y a su transformación secundaria. El distrito de Villa El Salvador se ha convertido en uno de los centros de producción industrial maderera más importante del departamento de Lima, siendo el Parque Industrial donde se encuentran ubicados la mayoría de aserraderos. En esta zona se encuentran medianas y pequeñas empresas dedicadas principalmente al aserrío y venta a nivel local. De acuerdo a los datos obtenidos en la Municipalidad de Villa el Salvador existen 35 aserraderos, de los cuales 20 están registrados legalmente. No existen datos registrados de la cantidad de residuos generados y estos generalmente son vendidos al mejor postor, o botados e incinerados; por tanto, no existe una gestión correcta de los mismos (Castro *et al.*, 2006).

Al respecto, la Ley N°27314 de Residuos Sólidos, en su artículo 6 “residuos de ámbito no municipal” dice lo siguiente: “El generador, empresa prestadora de servicios, operador y cualquier persona que intervenga en el manejo de residuos sólidos no comprendidos en el ámbito de la gestión municipal será responsable por su manejo seguro, sanitario y ambientalmente adecuado, de acuerdo a lo establecido en la presente Ley, sus reglamentos y las normas técnicas correspondientes”. Por tanto, es responsabilidad de las empresas dedicadas a la actividad de la madera, contratar empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos para que se encarguen de la adecuada disposición de los residuos. Esta acción debe ser regulada según la Ley por la autoridad sectorial competente.

Así, un promedio de 5.29 m<sup>3</sup> de residuos de madera son procesadas al día en un aserradero. Ninguna empresa utiliza estos residuos, siendo vendidos en camiones o sacos dependiendo de su tamaño y volumen. El camión de viruta y aserrín es vendido a S/ 200.00 y el saco de

aserrín a S/1.00. Los principales compradores son granjas de pollos y empresas de jardinería (Castro *et al.*, 2006).

A nivel agropecuario el aserrín es usado con el mismo objetivo que el musgo, teniendo la ventaja de tener una descomposición lenta, lo cual aumenta su capacidad retentiva de agua en suelos arenosos y mejoran su estructura. Además, su relación carbono – nitrógeno es muy alta. La desventaja de su uso, es que, durante su descomposición, al tener gran cantidad de carbono y poco nitrógeno, los microorganismos retendrán bastante nitrógeno que no podrán ser tomados por las plantas. Para prever esto se debe aplicar algún fertilizante nitrogenado químico (Anca, 2003).

**Tabla 2:** Características fisicoquímicas de residuos de la industria de la madera.

Materiales	pH	CE (dS/m)	MO (%)	N (mg/L)		C: N
				NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Aserrín <i>Eucalyptus rostrata</i>	5.7	0.08	98.8	26	345	358
Aserrín salicáceas	7	0.38	99.1	22	590	317
Aserrín <i>Populus angulata</i>	7.1	0.64	95.2	35	296	207

Fuente: Gonzáles *et al.* 2009

### 2.3.2.3 Fibra de coco

La fibra de coco (*Cocos nucifera*) es un material orgánico de lenta descomposición que resulta como subproducto de las plantaciones de coco de los países situados en los trópicos, como Sri Lanka, Filipinas, India, Costa de Marfil, México, entre otros (Burés, 1997).

Es un material compuesto por la parte desechable de los residuos del mesocarpo después de aprovechar las fibras largas. El resto contiene fibras cortas no aprovechadas por la industria y partículas de corteza de diferentes tamaños (Abad *et al.*, 2002).

La fibra de coco presenta una capacidad de amortiguamiento térmico, para temperaturas ambientales extremas, considerablemente superior a otros sustratos como perlita o lana de roca. Además, presenta una alta capacidad de retención hídrica, lo que cambia la frecuencia de riego. Adicionalmente, la fibra de coco tiene una larga durabilidad, que puede alcanzar más de cinco años si es manejada correctamente y tiene una densidad aparente baja que favorece la instalación con respecto a otros sustratos como la arena (Martínez *et al.*, 2011).

## 2.4 NUEVA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DE CÉSPED

A pesar de que en el Perú se utiliza el suelo agrícola para la producción de champas, en el mundo existe más de una metodología para la producción de césped. Las siguientes, son algunas de las encontradas en Estados Unidos y América Latina.

- Loads (1978), utilizó para la producción de césped, un medio de cultivo con partículas de lignito mezclado con semilla de césped que fue extendido sobre una lámina impermeable entre dos bordes paralelos. La lámina fue de plástico flexible que sirvió de soporte cuando el césped fue retirado y enrollado entre los bordes. Este es un método para producir césped de alta calidad de una manera rápida y sistemática.
- Heard (1988), utilizó una capa base de paja suelta o peletizada sobre una superficie impermeable y sembró sobre ella semillas de césped (solas o en suspensión). En la suspensión se incluyó partículas de paja triturada con semilla de césped y agua, para formar una cobertura. Luego de germinadas e iniciado su crecimiento vegetativo, las raíces del césped se extendieron a través del medio agrupándose en una alfombra gruesa contra la superficie impermeable. Las raíces enmarañadas se enrollaron libremente con la capa base y no se fraccionaron como ocurre en el césped cultivado en suelo. Esto permitió que el césped pre-cultivado sea cosechado y trasplantado a una velocidad mucho más temprana.
- Roberts *et al.* (2001a), utilizaron dos medios residuales [1. compost de lodos de depuradora (Com-Til) los cuales son un producto de la depuración de aguas, que se generan en los procesos de decantación primaria y decantación secundaria y 2. biosólidos incinerados, los cuales también proceden del tratamiento de aguas residuales urbanas luego de procesos de espesamiento, digestión y deshidratación], los que fueron evaluados en el cultivo del césped *Agrostis palustris* en sus variedades ‘Crenshaw’, ‘Pennncross’ y ‘ProCup’. Los medios se combinaron con arena y turba *Sphagnum* o bien con una mezcla comercial (Metromix, un sustrato a base de corteza, vermiculita y ceniza de corteza) y fueron lixiviados con 0 ml, 150 ml y 450 ml de agua potable antes de la siembra. El lavado con agua potable para eliminar las sales no tuvo ningún efecto benéfico sobre la germinación o acumulación de masa seca. Los biosólidos incinerados no fueron componentes adecuado para la zona radicular de *Agrostis palustris*. Sin embargo, la combinación de Arena – Com-Til – Metromix (8:1:1 en peso), tamizado a 2 mm, sembrada con la variedad ‘ProCup’ (9.8

g/m<sup>2</sup>), sobre un revestimiento de polietileno de 0.10 mm de grosor, produjo tepes de buena calidad en aproximadamente seis semanas. Estos experimentos se llevaron a cabo en invernadero durante un período de dos años.

- Roberts *et al.* (2001b), también utilizaron dos medios de desecho a base de biosólidos (compost de lodos de aguas residuales y ceniza de biosólidos incinerados), los que fueron probados individualmente, en conjunto, y en combinación con un medio de cultivo comercial (Metromix) para flores silvestres en tepes, en ensayos de invernadero durante tres años. Los medios fueron colocados en bandejas de plástico de 5-cm de profundidad y sembrados con *Cosmos bipinnatus*, *Centaurea cyannis*, *Coreopsis tinctoria*, *Achillea millefolium* y *Echinacea purpurea* (6.1 g/m<sup>2</sup>). En el experimento se lograron tepes de flores silvestres en 10 a 12 semanas. La única aplicación de fertilizante de liberación lenta (Osmocote 14-14-14, 14N-4.2P-11.6K) no tuvo efectos significativos sobre el desarrollo de los tepes. Sin embargo, la capa de polietileno de 0,10 mm colocada en la base de cada recipiente, ayudó a una mayor acumulación de peso seco y en la obtención de una raíz más desarrollada, en relación a la que se obtuvo en tepes producidos sin plástico.
- Williams (2003), realizó un experimento para la producción de césped en rollos de polietileno, que constituyó una alternativa para los productores del Valle de los Pericos Manantiales en Argentina. Para esto, se niveló el suelo, quitó piedras, y se formaron zanjas de 1.80 m de ancho y 0.10 m de profundidad donde se tapizó con una lámina de plástico de 50 μ para almácigos. Se cubrió con tierra los bordes y se realizó algunas perforaciones para que drene el agua de riego. El "recipiente" formado en la zanja tapizada se llenó con siete a diez centímetros de sustratos como tierra de monte tamizada, tierra de viejos almácigos de tabaco (superficial), tierra de monte más tierra común de las propias zanjas, tierra común más estiércol bien descompuesto, tierra común más viruta de madera o tierra común más tierra de playones de descarga de leña. Se trató de lograr un material liviano, con buena capacidad de absorción de agua y fertilidad media a alta, una vez incorporado el sustrato se niveló con rastrillo. Para el riego se utilizó un sistema de microaspersión con mangueras de polietileno perforado. Para la siembra se utilizó trozos de estolones de *Pennisetum clandestinum* o pasto kikuyo, la técnica consistió en enterrar los tallos previamente cortados a tres o cuatro nudos en el sustrato húmedo formando cuadros de 20 cm x 20 cm. Una vez plantadas y establecidas las guías, las tareas se redujeron a regar diariamente y realizar entre dos y tres cortes a lo largo del ciclo,

que se extendió por tres a cuatro meses según la época del año. El primer corte se realizó aproximadamente al mes de plantación. La aplicación de fertilizantes se realizó al mes, en forma superficial y al voleo, inmediatamente después del corte. Los canteros se cosecharon cuando el césped cubrió totalmente el campo.

- Casas (2009), utilizó un método para el cultivo, conservación, mantención e instalación, de céspedes en invernaderos o recintos cerrados llamado ‘Prado Express’. Para la obtención de esta alfombra de césped natural, cubrió la superficie del suelo del invernadero con una película impermeable de polietileno, y sobre ella una capa de aserrín no mayor a 1 cm de espesor. Sobre el sustrato se esparció semillas de césped como *Poa*, *Lolium* o *Festuca* a razón de 10 a 60 kg por cada 1.000 m<sup>2</sup> y lo fertilizó con NPK a razón de 100 kg por cada 1.000 m<sup>2</sup>. Luego de la siembra, esperó la germinación de la semilla realizando riegos pulverizados en forma periódica, con una frecuencia de 2 ó 3 veces al día. Luego de germinada la semilla, esperó el crecimiento del césped llevando a cabo el mantenimiento de este sobre la base de riego y uso de abono foliar (NPK) una vez por semana. Pasado aproximadamente un mes, realizó un corte para evitar perder la coloración del pasto, y volvió a fertilizar con abono NPK. El tiempo de producción fue de dos meses en promedio (2.5 meses en otoño e invierno y de 1.5 meses en primavera y verano). El peso del césped obtenido fue de 3.5 kg/m<sup>2</sup> y no se observó malezas. Como resultado, obtuvo una alfombra de césped con el 100 por ciento de sus raíces intactas; el entrelazamiento de las raíces proporcionó una durabilidad extrema y bastó para su cosecha cortar con una tijera, enrollar y retirar, según las medidas deseadas.
- Cisar y Sider (1992), determinaron la idoneidad de un compost obtenido de una planta de procesamiento de residuos sólidos en la producción de césped colocado sobre una barrera de plástico. Se hicieron comparaciones entre el cultivo con y sin fertilizante y entre el césped cultivado en compost y el césped cultivado comercialmente. Seis semanas después de la siembra, el césped *Paspalum notatum* ‘Argentine’, *Cynodon transvaalensis* x *C. dactylon* ‘Tifway’ y *Stenotaphrum secundatum* ‘Floritam’ tenían decoloración en el tejido de la lámina de la hoja y un crecimiento pobre. A las 6 semanas, el tejido foliar del bahiagrass tenía una baja concentración de N, lo que sugirió que el compost inmovilizó al fertilizante nitrogenado. Además, la alta salinidad inicial del compost (2.85 dS/m) pudo haber contribuido a la decoloración del césped y a su falta de vigor. Sin embargo, el pobre crecimiento y decoloración fueron temporales. A los 3 y 5 meses, los céspedes

fertilizados con compost tenían mayor calidad y cobertura que el césped no fertilizado. A los 5 meses, el césped fertilizado tenía una cobertura suficiente para ser cosechado, mientras que para una producción convencional se requieren de 9 a 24 meses para producir un producto cosechable. Los tepes cultivados en compost tenían una resistencia al desgarramiento similar o mayor que el césped cultivado comercialmente. Una y tres semanas después de haber sido trasplantados en un suelo arenoso, los tepes producidos en compost produjeron mayor peso de raíz y raíces más largas en el suelo subyacente, que el césped cultivado comercialmente. El compost de desechos sólidos utilizado en este estudio, es un material alternativo viable para la producción de césped, lo que beneficia el esfuerzo de reciclar residuos sólidos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La investigación se desarrolló en las instalaciones del Programa de Investigación en Plantas Ornamentales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el distrito de La Molina, provincia de Lima, región Lima y geográficamente se encuentra a una latitud de 12° 06' S, longitud 76° 57' O y altitud 243.7 m.s.n.m.

#### 3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS

El desarrollo del proyecto se dio en las estaciones de primavera-verano (Tabla 3). Enero, febrero y marzo fueron los meses con mayores niveles de temperatura, donde algunos días alcanzaron una máxima de 31.9 °C.

**Tabla 3:** Datos climatológicos de la zona experimental (octubre 2014 - marzo 2015).

Mes	Heliofanía (horas y decim.)	Temperatura (°C)			Humedad			Precipitación (mm)
		Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.	Prom.	
Octubre	4.8	21.8	14.8	18.3	95.2	70.8	83.0	0.0
Noviembre	3.1	22.6	16.1	19.4	93.4	71.5	82.5	0.0
Diciembre	4.3	24.5	17.3	20.9	92.6	68.4	80.5	0.0
Enero	5.0	26.7	18.9	22.8	92.7	64.5	78.6	0.0
Febrero	4.0	29.3	20.8	25.0	94.9	61.6	78.3	0.0
Marzo	5.2	29.4	20.4	24.9	96.7	61.5	79.1	0.0

Fuente: Observatorio Meteorológico Alexander Von Humbolt de la UNALM

#### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

##### 3.3.1 Materiales y equipos

###### a. Insumos

- 6.5 m<sup>3</sup> de compost
- m<sup>3</sup> de aserrín compostado
- 2.5 m<sup>3</sup> de fibra de coco
- 8 kg de semillas de *Cynodon dactylon*
- 10 sacos de *Paspalum vaginatum*
- 680 m<sup>2</sup> de manta plástica y 144 m<sup>2</sup> de malla raschel 80%

#### **b. Fertilizantes foliares**

- Coron
- Enziprom
- Metalosate N-P-K
- Horticrop
- Agrostemin

#### **c. Riego**

- Tanques de agua de 1,100 m<sup>3</sup> c/u
- Bomba 1 HP
- Equipo de aspersión.

#### **d. Equipos**

- Guadañadora de mano
- Balanza electrónica
- Mochila de aplicación
- Estufa

#### **e. Adicionales**

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Wincha
- Etiquetas
- Regla
- Bolsas de papel kraft
- Bolsas plásticas
- Lápiz
- Plumón indeleble
- Tijera
- 72 carteles para identificar las parcelas

### **3.3.2 Factores en estudio**

#### **3.3.2.1 Insumos para Sustratos**

Para la formulación de los sustratos se utilizaron: compost, fibra de coco y aserrín compostado. Primero se realizaron análisis físicos y químicos individuales de cada insumo y luego se llevó a cabo un análisis de las mezclas que se utilizaron como tratamientos en el experimento. Los sustratos utilizados para la siembra de los céspedes fueron:

- S<sub>1</sub>: 100% Compost,
- S<sub>2</sub>: 70% Compost + 30% Fibra de coco,
- S<sub>3</sub>: 50% Compost + 50% Fibra de coco,
- S<sub>4</sub>: 100% Aserrín compostado,
- S<sub>5</sub>: 70% Aserrín compostado + 30% Compost y
- S<sub>6</sub>: 50% Aserrín compostado + 50% Compost.



### 3.3.2.2 Tipos de césped

#### a. *Cynodon dactylon*

Las semillas fueron obtenidas de la empresa Alabama S.A.C. (Anexo 1).

#### b. *Paspalum vaginatum*

El material fue extraído de campos comerciales de césped en Huachipa, con un espesor promedio de 5 cm y de clase textural franca (densidad 1.4 g/cm<sup>3</sup>). Por tanto, al cosechar las champas con los 5 cm de suelo, se extrajo aproximadamente 700 t de suelo/ha.

### 3.2.2.3 Tipos de aislante

Se utilizó dos tipos de aislante: simple o mixto. El simple fue solo una manta de polietileno y el mixto fue una combinación de manta de polietileno más malla raschel.

#### a. Tipo Simple: Manta de polietileno 80x6

Para impermeabilizar el terreno y aislar los sustratos de él, se empleó una manta de polietileno negra de 6 micras de grosor (Figura 1), la cual cubrió todo el campo de producción. Esta manta permitió aislar el crecimiento de las raíces del césped del suelo.



**Figura 1:** Recubrimiento del suelo con manta de polietileno 80x6.

#### b. Mixto: Manta de polietileno 80x6 + malla raschel

Luego de que todo el terreno fue impermeabilizado con la manta de polietileno, se procedió a colocar una malla raschel (polipropileno 80% de sombra) en la base de las camas de 4mx1m a los tratamientos que le correspondían (Figura 2).

La malla de polipropileno de alta densidad en tejido raschel se caracterizó por ser liviana (75 g/m<sup>2</sup>), flexible y resistente a la radiación solar (Litec, 2016). El objetivo del uso de la malla raschel fue darles un mejor soporte a las raíces al momento del enrollamiento de los tepes.



**Figura 2:** Recubrimiento de suelo con manta de polietileno 80x6+ malla raschel.

### 3.4 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para la instalación del Proyecto de investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial (dos factores) y tres bloques. Por cada especie de césped se utilizó un diseño, por tanto, hubo 24 tratamientos ( $T_{12}$  para *Cynodon dactylon* y  $T_{24}$  para *Paspalum vaginatum*) distribuidos al azar, lo cual implicó el uso 72 parcelas para desarrollar el experimento (Anexo 2). El modelo aditivo lineal utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- $Y_{ij}$  = observación del nivel  $i$  del factor tipo de sustrato, nivel  $j$  del factor tipo de aislante en el bloque  $k$
- $\mu$  = media general
- $\alpha_i$  = efecto del sustrato  $i$
- $\beta_j$  = efecto del tipo de aislante  $j$
- $(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción del sustrato  $i$  con el tipo de aislante  $j$
- $\gamma_k$  = efecto del bloque  $k$
- $\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental con el sustrato  $i$ , tipo de aislante  $j$  y bloque  $k$

Dónde:

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad ; \quad j = 1, 2 \quad ; \quad k = 1, 2, 3 \text{ bloques}$$

#### 3.4.1 Tratamientos

##### 3.4.1.1 Césped *Cynodon dactylon*

- $T_1$ : Sustrato (100% compost) + aislante (manta plástica)
- $T_2$ : Sustrato (70% compost + 30% fibra de coco) + aislante (manta plástica)
- $T_3$ : Sustrato (50% compost + 50% fibra de coco) + aislante (manta plástica)
- $T_4$ : Sustrato (100% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- $T_5$ : Sustrato (70% compost + 30% fibra de coco) + aislante (manta plástica + malla raschel)

- T<sub>6</sub>: Sustrato (50% compost + 50% fibra de coco) +aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>7</sub>: Sustrato (100% aserrín compostado) + aislante (manta plástica)
- T<sub>8</sub>: Sustrato (70% aserrín compostado + 30% compost) + aislante (manta plástica)
- T<sub>9</sub>: Sustrato (50% aserrín compostado + 50% compost) + aislante (manta plástica)
- T<sub>10</sub>: Sustrato (100% aserrín compostado) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>11</sub>: Sustrato (70% aserrín compostado + 30% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>12</sub>: Sustrato (50% aserrín compostado + 50% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)

#### **3.4.1.2 Césped *Paspalum vaginatum***

- T<sub>13</sub>: Sustrato (100% compost) + aislante (manta plástica)
- T<sub>14</sub>: Sustrato (70% compost + 30% fibra de coco) + aislante (manta plástica)
- T<sub>15</sub>: Sustrato (50% compost + 50% fibra de coco) + aislante (manta plástica)
- T<sub>16</sub>: Sustrato (100% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>17</sub>: Sustrato (70% compost + 30% fibra de coco) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>18</sub>: Sustrato (50% compost + 50% fibra de coco) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>19</sub>: Sustrato (100% aserrín compostado) + aislante (manta plástica)
- T<sub>20</sub>: Sustrato (70% aserrín compostado + 30% compost) + aislante (manta plástica)
- T<sub>21</sub>: Sustrato (50% aserrín compostado + 50% compost) + aislante (manta plástica)
- T<sub>22</sub>: Sustrato (100% aserrín compostado) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>23</sub>: Sustrato (70% aserrín compostado + 30% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)
- T<sub>24</sub>: Sustrato (50% aserrín compostado + 50% compost) + aislante (manta plástica + malla raschel)

#### **3.4.2 Análisis estadístico de datos**

Las variables evaluadas se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4. El procesamiento de datos se realizó con el Análisis de Varianza (ANVA). Para determinar la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de DUNCAN considerando un nivel de significancia de 0.05.

### **3.5 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.5.1 Características del experimento**

El espacio para el Proyecto presentó las siguientes características:

- Área total : 440 m<sup>2</sup>
- Área productiva : 288 m<sup>2</sup>
- Número de tratamientos : 24
- Número de repeticiones : 3
- Número total de camas : 72 (36 camas de Bermuda y 36 de Paspalum)
- Número de camas por bloque: 24
- Dimensión de las camas : 4m x 1m x 0.05m de profundidad.
- Dimensión de los tepes : 4m x 1m x 0.02m de profundidad.
- Cantidad de semilla de Bermuda por cama : 250 g
- Cantidad de semilla de Bermuda por m<sup>2</sup> : 62.5 g
- Cantidad de esquejes de Paspalum por cama : 0.5075 m<sup>2</sup>
- Cantidad de esquejes de Paspalum por m<sup>2</sup> : 0.1269 m<sup>2</sup>

### **3.5.2 Fase de preparación del terreno**

#### **3.5.2.1 Limpieza de terreno**

Previo a la preparación de terreno se realizó una limpieza manual del campo. Luego se procedió con pasar un cargador frontal para sacar las raíces profundas.

#### **3.5.2.2 Preparación de terreno**

La preparación del terreno consistió en la pasada de un tractor con arado de grada. Luego se armaron camas de 4m de largo x 1m de ancho x 0.05 m de profundidad con caminos de 0.04m de ancho.

### **3.5.3 Sistema de riego**

#### **3.5.3.1 Instalación del sistema de riego**

El proyecto planteó la instalación de un sistema de riego por aspersión; este usó como fuente de agua 6 tanques de 1100 litros instalados en serie (Anexo 3).

#### **3.5.3.2 Calidad de agua del experimento**

Para el riego de las parcelas se compró agua potable por ser óptima para el riego de las especies. El agua fue analizada en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (Tabla 4). El agua se caracterizó por presentar un pH ligeramente alcalino (7.24), con peligro de salinidad medio (0.72 dS/m), con la cual, plantas sensibles pueden mostrar estrés por sales. Su relación de absorción de sodio (RAS) fue de 0.47 lo que indicó un bajo peligro de Sodio (Na<sup>+</sup>), el cual puede usarse para el riego de casi todos los suelos sin peligro de destrucción de la estructura.

**Tabla 4:** Características del agua de riego.

Características	Unidad de medida	Valor
pH	-	7.24
C.E.	dS/m	0.72
Calcio	meq/l	5.55
Magnesio	meq/l	0.89
Potasio	meq/l	0.08
Sodio	meq/l	0.85
SUMA DE CATIONES	meq/l	7.37
Nitratos	meq/l	0.06
Carbonatos	meq/l	0.00
Bicarbonatos	meq/l	3.31
Sulfatos	meq/l	2.34
Cloruros	meq/l	1.50
SUMA DE ANIONES	meq/l	7.21
Sodio	%	11.50
RAS		0.47
Boro	Ppm	0.29
Clasificación		C2-S1

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del Departamento de Suelos-Facultad de Agronomía- UNALM (2014)

### **3.5.4 Fase de acondicionamiento de campo**

#### **3.5.4.1 Cubrimiento de caminos y base de las camas con viruta**

Los caminos y el fondo de las camas fueron cubiertos con viruta y aserrín para que los terrones no dañen la manta de polietileno con agujeros.

#### **3.5.4.2 Instalación de mantas de polietileno**

Para la impermeabilización del terreno se utilizó mantas de polietileno. En total, considerando los traslapes, se empleó 680 m<sup>2</sup>, pero superficialmente se cubrió 560 m<sup>2</sup>.

#### **3.5.4.3 Instalación de la malla raschel**

A la mitad de las 72 parcelas cubiertas con la manta de polietileno se colocó una malla raschel de 80%.

### 3.5.5 Fase de preparación de sustratos

Luego de la impermeabilización del campo, se procedió a realizar las mezclas de sustratos según las proporciones a evaluar.

En cada cama se empleó un volumen teórico de 80 l de la proporción correspondiente de sustrato. La Tabla 5 describe el total de sustrato empleado teóricamente.

**Tabla 5:** Volumen total de sustratos empleados (l y m<sup>3</sup>).

Código	Sustrato	Compost	Fibra de coco	Aserrín compostado
S <sub>1</sub>	100% compost	960	0	0
S <sub>2</sub>	70%compost+30%fibra de coco	672	288	0
S <sub>3</sub>	50%compost+50%fibra de coco	480	480	0
S <sub>4</sub>	100% Aserrín compostado	0	0	960
S <sub>5</sub>	70%Aserrín c. +30%compost	288	0	672
S <sub>6</sub>	50%Aserrín c. +50%compost	480	0	480
Total (l)		2880	768	2112
Total (m <sup>3</sup> )		2.88	0.768	2.112

Luego de haber determinado el volumen correspondiente para cada cama con 2 cm de espesor de sustrato, se realizó las mezclas teniendo en cuenta las dos especies a trabajar, el número de repeticiones (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>) y la malla raschel (tratamientos con y sin malla).

### 3.5.6 Fase de siembra

#### 3.5.6.1 Siembra de Bermuda

Se sembró las semillas al voleo (250 g por parcela), y luego fueron cubiertas con una capa muy ligera de la misma mezcla del sustrato (10% del volumen total de cada cama).

#### 3.5.6.2 Siembra de Paspalum

La siembra se inició con la recepción del grass Paspalum. Antes de la siembra, las champas se fraccionaron en secciones de 5cm x 5 cm.

Una vez trasladadas al campo, se procedió a su siembra inmediata. Para ello se utilizaron mallas, las cuales sirvieron de guía para la siembra. Los bloquitos de 5cm x 5cm fueron colocados cada uno en un recuadro de la malla y distanciados en promedio cada 8 cm; por

lo tanto, se obtuvo 7 filas y 29 columnas por cama, siendo un total de 203 champitas en cada cama.

**Tabla 6:** Área sembrada de Paspalum.

	Área de una champita de 5 cm x 5 cm	Área sembrada en una cama de 4m x 1m	Área final a conseguir en una cama de 4m x 1m	Crecimiento necesario para cubrir el área
m <sup>2</sup>	0.0025	0.5075	4	3.4925
%	0.0625	12.6875	100	87.3125

Luego de sembrar las camas, se procedió a un riego por aspersión durante 10 min.

### 3.5.7 Fase de mantenimiento

Luego de germinadas las semillas de Bermuda y prendido los esquejes de Paspalum, el crecimiento del césped se dio a base de riegos, podas y fertilizaciones foliares.

#### 3.5.7.1 Riegos

Los riegos por aspersión fueron diarios o interdiarios (solo si el día estuvo nublado) debido a las altas temperaturas de los meses de primavera-verano. El tiempo de riego por aspersión varió desde 2 a 5 min y de 3 a 4 hr con manguera. En total se dieron 121 riegos a las camas de césped durante todo el ciclo del cultivo.

El riego por manguera se utilizó solo en aquellos puntos donde el riego por aspersión no llegó a cubrir. La manguera utilizó un rociador, para evitar que la fuerza del agua deje expuesta a las semillas.

**Tabla 7:** Litros de agua consumidos de Bermuda y Paspalum.

Descripción	Litros de agua consumido (l)	Litros de agua consumido (m <sup>3</sup> )
Total de agua consumida en 4 meses	149,512.85	149.51285
Total de agua consumida por mes	37,378.21	37.37821
Total de agua por parcela (4m <sup>2</sup> )/4 meses	2,076.6	2.0766
Total de agua por m <sup>2</sup> /4 meses	519.1	0.5191
Total de agua por m <sup>2</sup> /mes	129.79	0.12979
Promedio de agua consumida por parcela (4m <sup>2</sup> ) /día	17.2	0.0172
Promedio de agua consumida por m <sup>2</sup> / día	4.3	0.0043

### **3.5.7.2 Fertilización foliar**

La aplicación de fertilizantes foliares se realizó a las dos semanas de sembradas las semillas de Bermuda y prendido los esquejes de Paspalum. En el programa de fertilización se utilizaron los siguientes productos comerciales:

#### **a. Coron: (25% N + 0.5% B)**

Libera controladamente nitrógeno y lo lleva directamente a la planta a través del follaje. Reduce las pérdidas de nitrógeno, debido a que tiene una alta absorción foliar. Cuando se compara con otras fuentes líquidas de nitrógeno, la tasa de lixiviación del nitrógeno aplicado se reduce hasta en un 40%. El nitrógeno es absorbido por el follaje del césped y se puede detectar en la hoja 4 horas después de su aplicación, un 90% del producto puede encontrarse en la hoja después de 24 horas. La absorción eficiente de nitrógeno por el follaje del césped ayuda a reducir las pérdidas a través de la volatilización. Cuando se aplica Coron, hay un aumento en la masa radicular, así como el peso del peso fresco del follaje cortado. El desarrollo de un sistema radicular sano es vital durante la fase de establecimiento y para maximizar el rendimiento del césped. Dosis: 4 ml/l. Producto de Montana.

#### **b. Enziprom**

Bioactivador enzimático que permite promover el desarrollo vegetativo y estimular los procesos naturales de resistencia al estrés biótico. Mejora los procesos fisiológicos como fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos y lípidos. Incrementa el ritmo de crecimiento, se obtiene una mayor capacidad de supervivencia y de adaptación al ambiente de desarrollo, mayor vitalidad y resistencia a las adversidades suelo – climáticas. Dosis: 4 ml/l. Producto de Química Suiza Industrial Del Perú S.A.

#### **c. Metalosate (4% N – 17% P – 17% K)**

Aporta minerales y aminoácidos naturales, que pasan a formar parte de las rutas metabólicas de las proteínas. Las proteínas son muy importantes porque sin ellas no hay formación de nuevos compuestos, necesarios para el crecimiento y división celular. Es un fertilizante foliar diseñado para prevenir o corregir las deficiencias de nutrientes que pueden limitar el crecimiento del cultivo y rendimientos. Es soluble en agua y no tóxico para las plantas. Dosis: 4 ml/l. Albion Plant Nutrition.



#### d. Horticrop

Promueve el crecimiento orgánico, incrementando el rendimiento y la calidad del cultivo. Posee trazas de fitohormonas y altos niveles de precursores claves de éstas. En la elaboración de Horticrop se utilizan extractos de algas marinas *Ascophyllum nodosum*, reconocidas por su gran calidad en el aporte de elementos bioactivos. Además, todos sus componentes minerales son quelatados y complejados orgánicamente lo que ayuda a mantener un metabolismo balanceado. Horticrop penetra muy rápidamente en la planta; por tanto, pasado aproximadamente 4 horas posterior a la aplicación ya ha penetrado más del 85% del producto, sin el riesgo de ser lavado por una lluvia. Dosis: 3ml/l. Producto de Cytoperu S.A.C.

#### e. Agrostemin

Promotor biológico fitohormonal de auxinas, giberelinas y citocininas. Tiene un efecto enraizador en semilleros, estimulando una germinación vigorosa y una brotación uniforme, mejorando el sistema radicular, provocando un rápido despegue de las plántulas y aumentando la masa radicular efectiva. Dosis: 4 ml/l. Producto de Química Suiza Industrial Del Perú S.A.

**Tabla 8:** Cantidad total de N-P-K aplicado por m<sup>2</sup> durante toda la campaña (g).

Productos	Número de Aplicaciones	Frecuencia de aplicación (días)	Gasto total de producto (ml/m <sup>2</sup> )	N total (g/m <sup>2</sup> )	P2O5 total (g/m <sup>2</sup> )	K2O total (g/m <sup>2</sup> )
Coron (g)	28	4	15.58	3.90	0	0
Enziprom(g)	13	7	6.36	0.38	0	0
Metalosate(g)	7	14	3.48	0.14	0.59	0.59
Agrostemin(g)	10	4	4.18	0.0104	0.0104	0.1462
Horticrop(g)	6	7	2.40	0.17	0.12	0.09
Total (4meses)	64			4.60	0.72	0.82

**Tabla 9:** Cantidad total de S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Mg, Ca y Ni aplicado por m<sup>2</sup> durante toda la campaña (g).

Elementos- (g/m <sup>2</sup> )	Productos					Total g/m <sup>2</sup> (4meses)
	Coron (g)	Enziprom (g)	Metalosate (g)	Agrostemin (g)	Horticrop (g)	
S	0	0	0	0	0.03	0.03
B	0.78	0	0	1.358	0.001	2.137
Co	0	0	0	0.003	0	0.004
Cu	0	0	0	0.138	0.008	0.146
Fe	0	0	0	1.725	0.010	1.735
Mn	0	0	0	1.575	0.009	1.583
Mo	0	0	0	0.104	0	0.104
Zn	0	0	0	2.143	0.017	2.160
Mg	0	0	0	0.005	0	0.005
Ca	0	0	0	0.001	0	0.001
Ni	0	0	0	0.003	0	0.003

### 3.5.7.3 Podas o cortes

La poda es una operación esencial para mantener la altura del césped y consiste en pasar una maquina segadora y complementarlo con el corte de los bordes mediante el uso de una moto guadaña o manualmente con una tijera de podar, esto último en caso de áreas reducidas. La poda o el corte de grass también ayuda a crear un denso crecimiento basal que es esencial en un césped bien tupido (Nieto, 2003). Esta práctica de manejo se utilizó para favorecer el crecimiento del tejido subterráneo y ayudar al césped para que sea cosechado lo más pronto posible.

**a. Altura de corte:** Los tepes de Bermuda y Paspalum se mantuvieron con una altura promedio de corte de 2 cm.

**b. Frecuencia de corte:** En Bermuda luego de 46 días de germinada la semilla, se procedió a realizar el primer corte; en cambio, para Paspalum fue después de 58 días de la siembra de las champitas. Se realizó seis cortes en Bermuda y cuatro cortes en Paspalum durante todo el ciclo productivo. El diferencial de número de cortes en ambas especies se debió al mayor crecimiento en altura y masa foliar de Bermuda que en Paspalum.

**c. Máquina de corte:** En los cuatro primeros cortes de Bermuda y dos primeros cortes de Paspalum se utilizó tijeras para podar, para evitar arrancar el césped recién desarrollado. En los dos últimos cortes de ambas especies se empleó una guadañadora de mano, ya que

las raíces estuvieron suficientemente entrelazadas como para que el césped no sea arrancado por la máquina de corte.

#### **3.5.7.4 Control de plagas**

Se realizó cuatro aplicaciones de los insecticidas Clorpirifos (Tifon) e Imidacloprid (Confidor) contra los gusanos *Anomala* sp. y *Spodoptera* sp. un mes antes del final de campaña. En cuanto a las malezas, *Cyperus rotundus* (Coquito) hizo huecos en la manta plástica y logró ingresar en el cultivo; además se pudo encontrar otras malezas traídas de los campos vecinos y en los zapatos de las personas que caminaban sobre el césped. Para esto, solo se hicieron deshierbos manuales.



**Figura 3:** Procedimientos de instalación y mantenimiento de los tepes de Bermuda y Paspalum.

## 3.6 CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

### 3.6.1 Características Físico - Química de los sustratos

Se enviaron al Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina, las mezclas y sustratos individuales seleccionados para este experimento, para su análisis físico y químico.

#### 3.6.1.1 Metodología de la caracterización física

- a. **Densidad aparente (Da):** fue determinada por el peso seco de una unidad de sustrato conocido (P) y un Volumen aparente (Va) conocido.  $Da = P/Va$  (Arévalo y Gauggel, 2010).
- b. **Densidad real (Dr):** fue determinada por el método de picnómetro de agua (Liceta, 2012).
- c. **Porcentaje de Contenido de Humedad (%Hd):** fue determinada mediante la medida del porcentaje de la masa de agua perdida cuando la muestra se seca a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  referida a la masa inicial (Martínez, 1992).
- d. **Porcentaje de Espacio Poroso Total (%):** fue determinada mediante la fórmula:  $P(\% \text{ Vol}) = (1 - Da/Dr) * 100$  (Liceta, 2012).
- e. **Porcentaje Retención de Humedad (%):** determinado por gravimetría (Liceta, 2012).
- f. **Porcentaje de Capacidad de Aireación (%):** Se midió de modo indirecto, teniendo los valores de densidad aparente, estimándose la capacidad de aireación (%vol), como la diferencia entre el volumen poroso total y el volumen de agua retenida a 10 cm de columna de agua (Liceta, 2012).
- g. **Granulometría (%):** se determinó la granulometría a través del paso de sustrato por tamices con aperturas de 0.991 mm, 0.495 mm, 0.246 mm, 0.104 mm y 0.053 mm. El cálculo del porcentaje de la granulometría de cada tamaño de partícula se basó en el peso seco ( $105^\circ\text{C}$ ) retenido por cada tamiz sobre el peso seco total por muestra.

### 3.6.1.2 Metodología de la caracterización química

- a. **Salinidad:** Medida de la conductividad eléctrica (C.E. dS/m) en el extracto de la pasta saturada(es)
- b. **pH:** Medida en el potenciómetro de la suspensión sustrato: agua relación 1:1.
- c. **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** Método de acetato de amonio a pH 7 y mediante el espectrofotómetro se realizó las mediciones de los cationes y aniones intercambiables.
- d. **Relación Carbono/ Nitrógeno (C/N):** Se obtuvo entre la división del Carbono obtenido con el Método de Walkley y Black y el nitrógeno del método de micro-Kjeldahl.
- e. **Porcentaje de Materia Orgánica (%MO):** Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. Porcentaje de Materia Orgánica=Porcentaje de C x 1.724.
- f. **Nitrógeno total:** determinado mediante el método de micro - Kjeldahl.
- g. **Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio:** para determinación de Fósforo se hizo por colorimetría. En cambio, para Potasio disponible, Calcio y Magnesio disponible se utilizó espectrofotómetro de absorción atómica.

### 3.6.2 Características evaluadas en plantas

#### 3.6.2.1 Crecimiento y biomasa

- a. **Altura de planta antes del corte en Bermuda:** Se procedió a juntar las hojas de la planta hacia arriba. Se utilizó una regla para medir desde el cuello de la planta hasta el extremo superior máximo alcanzado por el ápice de la hoja más larga.

Es necesario mencionar que la evaluación de altura no se realizó en *Paspalum* debido a la baja altura de planta que obtuvo durante todo el ciclo de cultivo, haciendo difícil su medición.

- b. **Número de raíces emitidas en *Paspalum*:** La evaluación consistió en dividir una cama de 4m x 1m en tres sectores, de cada sector se tomó cinco champitas al azar. Las champitas seleccionadas fueron retiradas del sustrato y se procedió a contabilizar el número de raicillas emitidas por champita.

- c. **Porcentaje de prendimiento para Paspalum:** Del total de champitas sembradas, se contabilizó todas las champitas que se mantuvieron verdes (prendidas), separando así las que se encontraban secas. Se dividió el número de champitas prendidas sobre el total de champitas sembradas.
- d. **Porcentaje de cobertura:** Para la determinación del Porcentaje de cobertura se utilizó el Programa SisCob, el cual es un software para el análisis de la cobertura mediante fotografías (Embrapa, 2003). De las fotografías tomadas a las camas de Bermuda y Paspalum, el Programa SisCob clasificó y separó la parte cubierta por el follaje y la parte sin cubrir, lo que permitió la cuantificación en porcentaje de los colores verde (plantas de Bermuda y Paspalum) y marrón (sustratos).
- e. **Peso de follaje después de los cortes:** Consistió en pesar los cortes de la poda que se realizaron a cada tratamiento.
- f. **Peso por metro cuadrado de césped:** Consistió en pesar el tepe establecido al final del cultivo.
- g. **Peso parte aérea por m<sup>2</sup>:** Esta evaluación final consistió en pesar un área determinada de 30cm x 30cm y separar y pesar la parte aérea de cada tratamiento.
- h. **Peso de raíces por m<sup>2</sup>:** Esta evaluación final consistió en pesar las raíces del área 30cm x 30cm.

### 3.6.2.2 Enrollamiento

Consistió en enrollar los tepes formados para determinar el grado de flexibilidad; para ello se creó una escala comparativa de 0% a 100% siendo 0%=no se puede enrollar, desmoronamiento total de la alfombra; 50%= puede enrollarse, pero con ligero desmoronamiento; 100% =puede enrollarse sin ningún problema.

### 3.6.2.3 Calidad visual e intensidad de color

La valoración de la calidad visual fue tomada al final de los 4 meses de producción y se evaluó con una escala de 0 a 9, 0 = marrón, césped muerto, 5 = césped mínimo aceptable, 9 = ideales, césped sano verde (Vargas, 2010).

En cuanto a la intensidad del color se utilizó una tabla inglesa, la cual contiene códigos específicos para la determinación de las diferentes tonalidades de verde. Se procedió a comparar las diferentes tonalidades de verde de las hojas, por lo que se elaboró una escala comparativa de tonos verdes. Se basó en una escala de calificación visual, siendo 1= verde claro y 8= verde oscuro (Anexo 4) en Bermuda. La evaluación de colores para Paspalum (Anexo 5) fue 1= verde claro y 7= verde oscuro (Morris, s.f.).

#### **3.6.2.4 Costo de producción por metro cuadrado**

Consistió en evaluar los costos directos y costos indirectos para determinar el tratamiento que reporte menores costos de producción.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS

#### 4.1.1 Propiedades físicas y químicas de los insumos individuales utilizados en las mezclas.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de los análisis físicos y químicos de los insumos empleados en la formulación de sustratos. Así se tuvo que:

**Tabla 10:** Análisis físicos y químicos de los insumos empleados en la formulación de sustratos.

Insumo	Compost	Aserrín compostado	Fibra de coco	Niveles óptimos
pH	7.29	5.53	6.21	5.2 - 6.3
CE(dS/m)	20.10	7.53	1.26	0.75 - 3.49
M.O. (%)	19.92	69.65	71.27	> 80
CIC (meq/100g)	32.28	25.7	40.57	>20
Relación C/N	10.37	35.68	54.21	< 20
%Retención de humedad	53.57	44.29	35	24 – 40
% Capacidad de aireación	11.6	41.09	55.38	20 – 30
% Espacio poroso	65.17	85.38	90.38	> 85
Da (g/cm <sup>3</sup> )	0.78	0.24	0.12	0.50 - 0.75
Dr (g/cm <sup>3</sup> )	2.23	1.67	1.21	1.45 – 2.65
Hd (%)	27.55	48.84	71.40	-
N%	1.08	1.13	0.76	*N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> : 100-199 mg/L *N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> : 0-20 mg/L
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	1.13	1.98	0.06	6 – 10 mg/L
K <sub>2</sub> O%	1.40	0.66	0.83	150 – 249 mg/L
CaO%	3.80	2.46	0.94	> 200 mg/L
MgO%	1.01	0.48	0.36	>70 mg/L

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes del Departamento de Suelos-Facultad de Agronomía- UNALM (2015) Abad y Noguera (1998), Calderón *et al.* (2003), Moreno (2002), Abad (1993), Pastor (1999).

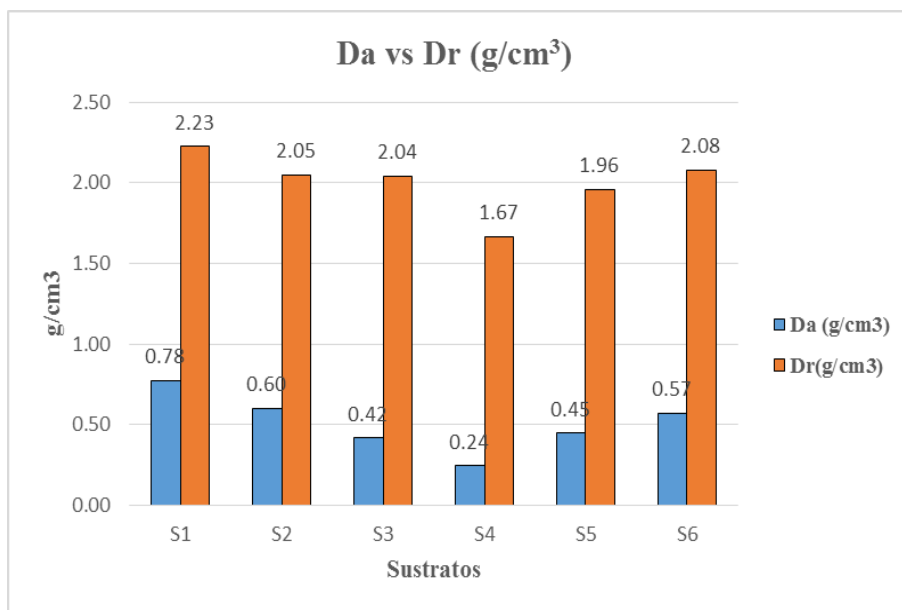
En los insumos evaluados se clasificó el compost como fuertemente salino (20.10 dS/m); el aserrín compostado como ligeramente salino (7.53 dS/m) y la fibra de coco como no salino (1.26 dS/m). En el caso de la CIC, el compost y el aserrín compostado presentaron un alto CIC (32.28 meq/100g y 25.7 meq/100g, respectivamente); mientras que, la fibra de coco presentó un nivel medio (20.0 meq/100g).

Según los porcentajes obtenidos en el análisis de materia orgánica se puede determinar la cantidad de Nitrógeno (N), Fósforo ( $P_2O_5$ ), Potasio ( $K_2O$ ), Calcio (CaO) y Magnesio (MgO) en la materia seca de cada insumo. Así, se tiene que en 100 g de compost existieron 0.78 g de N, 0.81 g  $P_2O_5$ , 1.01 g  $K_2O$ , 2.75 g CaO y 0.73 g MgO; en aserrín compostado, 0.58 g de N, 1.01 g  $P_2O_5$ , 0.34 g  $K_2O$ , 1.26 g CaO, 0.25 g MgO y en la fibra de coco, 0.22 g de N, 0.02 g  $P_2O_5$ , 0.24 g  $K_2O$ , 0.27 g CaO, 0.10 g MgO. Siendo el compost el sustrato con mayores contenidos de Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio; sin embargo, el aserrín compostado presentó un mayor contenido de Fósforo. En 100 g de compost se obtiene 0.13 L, por lo tanto, existirían 6000 mg N/L, 6230.77 mg  $P_2O_5$ /L, 7769.23 mg  $K_2O$ /L, 21153.85 mg CaO/L y 5615.38 mg MgO/L. Para el caso del aserrín compostado se obtiene que 100 g son 0.42 L, por lo tanto, existirían 1380.95 mg N/L, 2404.76 mg  $P_2O_5$ /L, 809.52 mg  $K_2O$ /L, 3000 mg CaO/L y 595.24 mg MgO/L. Finalmente en la fibra de coco se obtiene que 100 g son 0.83 L, por lo tanto, existirían 1833.33 mg N/L, 166.67 mg  $P_2O_5$ /L, 2000 mg  $K_2O$ /L, 2250 mg CaO/L y 833.33 mg MgO/L. Todos los sustratos sobrepasaron el óptimo establecido para nutrientes.

#### **4.1.2 Propiedades físicas de los sustratos**

##### **4.1.2.1 Densidad aparente ( $D_a$ ) y Densidad real ( $D_r$ )**

Conforme fue aumentando el porcentaje de fibra de coco en la mezcla con compost, la  $D_a$  fue disminuyendo: 0.78 g/cm<sup>3</sup> en  $S_1$  (100% compost), 0.60 g/cm<sup>3</sup> en  $S_2$  (70% compost + 30% fibra de coco) y 0.42 g/cm<sup>3</sup> en  $S_3$  (50% compost + 50% fibra de coco). Esta disminución se debió a la baja  $D_a$  (0.12 g/cm<sup>3</sup>) y alto porcentaje de porosidad (90.38 %) de la fibra de coco. Asimismo, al aumentar el porcentaje de compost en la mezcla con aserrín compostado, la  $D_a$  fue aumentando: 0.24 g/cm<sup>3</sup> en  $S_4$  (100% aserrín compostado),  $S_5$  (70% aserrín compostado + 30% compost) en 0.45 g/cm<sup>3</sup> y  $S_6$  (50% aserrín compostado + 50% compost) en 0.57 g/cm<sup>3</sup>. Esto se debió al alta  $D_a$  (0.78 g/cm<sup>3</sup>) y menor porcentaje de porosidad (65.17 %) del compost.



**Figura 4:** Variación de la Da y Dr (g/cm<sup>3</sup>) de los sustratos.

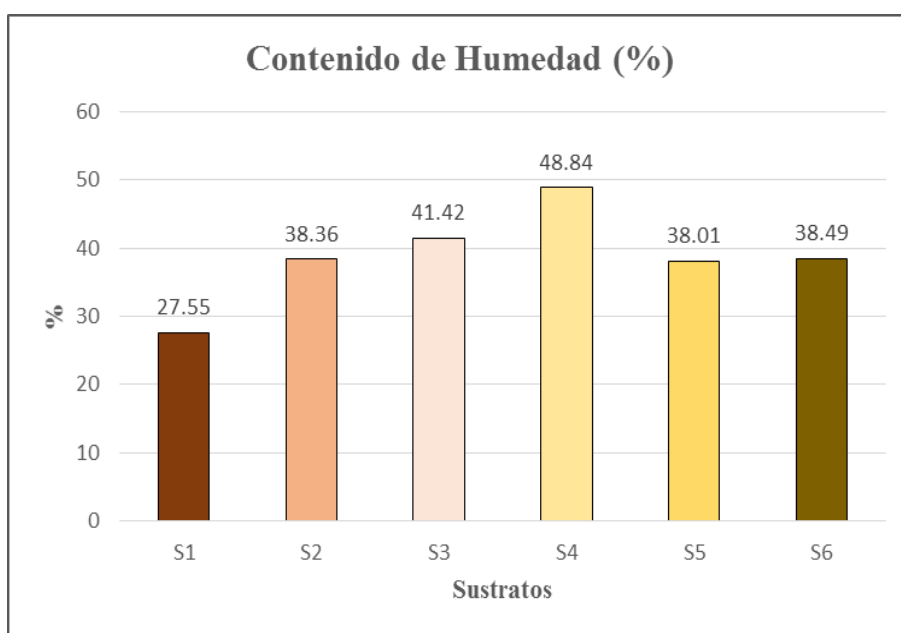
Para el cultivo de plantas en macetas y contenedores al aire libre se recomienda una densidad aparente de 0.5 a 0.75 g/cm<sup>3</sup> (Martínez *et al.*, 2011). Los tepes se cultivan en muchos tipos de sustratos como grava, arena, limo, arcilla, orgánico o combinaciones de estos componentes. Así tepes crecidos sobre suelos con densidades entre 1,45 y 1,6g/cm<sup>3</sup> se caracterizan por presentar buena calidad ya que son suelos bien agregados y con alto contenido de materia orgánica (Duble, 1990). En el presente experimento, se encontró que S<sub>6</sub> (0.57 g /cm<sup>3</sup>) y S<sub>2</sub> (0.60 g /cm<sup>3</sup>) cumplían con el óptimo establecido para el cultivo de plantas en macetas y contenedores, y los sustratos S<sub>5</sub> (0.45 g /cm<sup>3</sup>) y S<sub>1</sub> (0.78 g /cm<sup>3</sup>) se acercaban al óptimo. A pesar que los valores de S<sub>4</sub> (0.24 g /cm<sup>3</sup>) y S<sub>3</sub> (0.42 g /cm<sup>3</sup>) no se encontraban dentro del rango recomendado, es necesario mencionar que un objetivo indirecto era disminuir el peso por metro cuadrado de tepes. Así, por su baja densidad aparente, estos sustratos resultan ser los óptimos para disminuir el peso por metro cuadrado de tepe.

Por otra parte, la densidad real expresa la relación entre la masa del material seco a 105°C y el volumen real ocupado por las partículas, sin incluir el espacio de poros intermedio. La densidad real de los materiales orgánicos ronda los 1.45 g/cm<sup>3</sup> y la de los minerales es de alrededor de 2.65 g/cm<sup>3</sup> (Martínez *et al.*, 2011). En la determinación de la Dr, los sustratos analizados presentaron el mismo patrón de comportamiento que la Da. Además, se encontró que los sustratos que contenían compost rondaron en valores de 1.96 - 2.23 g/cm<sup>3</sup>, siendo esto considerado como un valor alto para un material orgánico. El sustrato de

100 % aserrín compostado ( $1.67 \text{ g/cm}^3$ ) fue el único que se aproximó al valor de  $1.45 \text{ g/cm}^3$  de los materiales orgánicos.

#### 4.1.2.2 Porcentaje de Contenido de Humedad (% Hd)

Los sustratos que contenían mayor porcentaje de fibra de coco en relación al compost, tuvieron un mayor contenido de humedad: 27.55% en S<sub>1</sub> (100% compost), 38.36% en S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y 41.42 % en S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco). Este incremento del contenido de humedad de los sustratos se debió al alto valor que proporcionó la fibra de coco (71.40 %) en la mezcla. Por otro lado, el contenido de humedad de S<sub>4</sub> (100% aserrín) fue de 48.84%. Al aumentar las proporciones de compost, hubo una disminución a 38.01 % en el contenido de humedad del S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y a 38.49 % en el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost). La disminución fue atribuida al bajo contenido de humedad del compost (27.55 %).

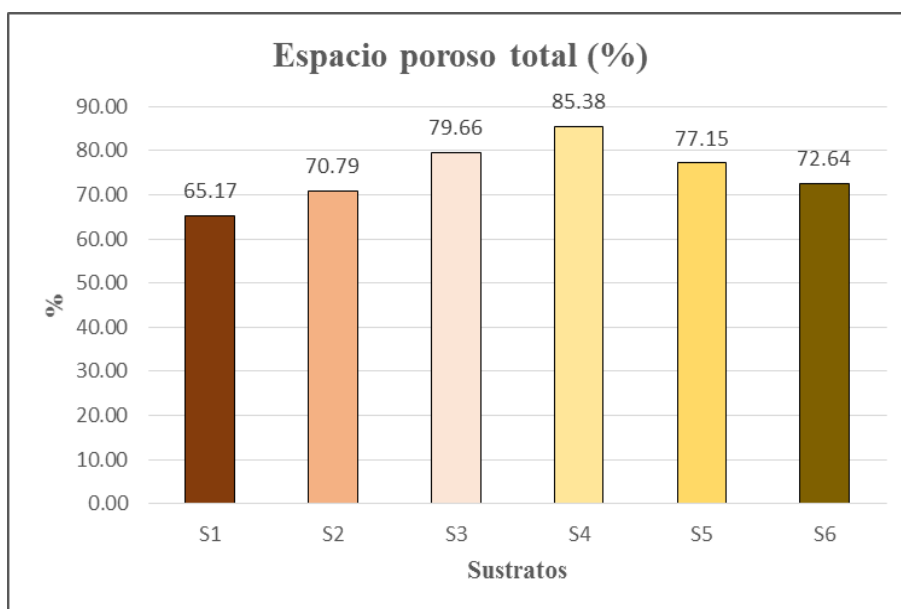


**Figura 5:** Variación del Contenido de Humedad (%) de los sustratos.

Los valores obtenidos de contenido de humedad sirvieron para determinar el peso seco de los sustratos. Con el valor del peso seco se pudo determinar el contenido de nutrientes de cada sustrato empleado en este estudio.

#### 4.1.2.3 Porcentaje de Espacio Poroso Total (%)

El menor porcentaje de espacio poroso total lo obtuvo S<sub>1</sub> (100% compost) con 65.17%. Cuando al compost se le agregó fibra de coco, los porcentajes se incrementaron en S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) a 70.79% y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) a 79.66 % debido al alto porcentaje de porosidad de este último (90.38%). En tanto, el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín) fue el sustrato con mayor porcentaje de espacio poroso total con 85.38%. Sin embargo, cuando se le agregó compost se encontró que S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 77.15 % y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) con 72.64 % disminuyeron su porcentaje debido al bajo porcentaje de espacio poroso total del compost (65.17 %).



**Figura 6:** Variación del Porcentaje de Espacio Poroso Total (%) de los sustratos.

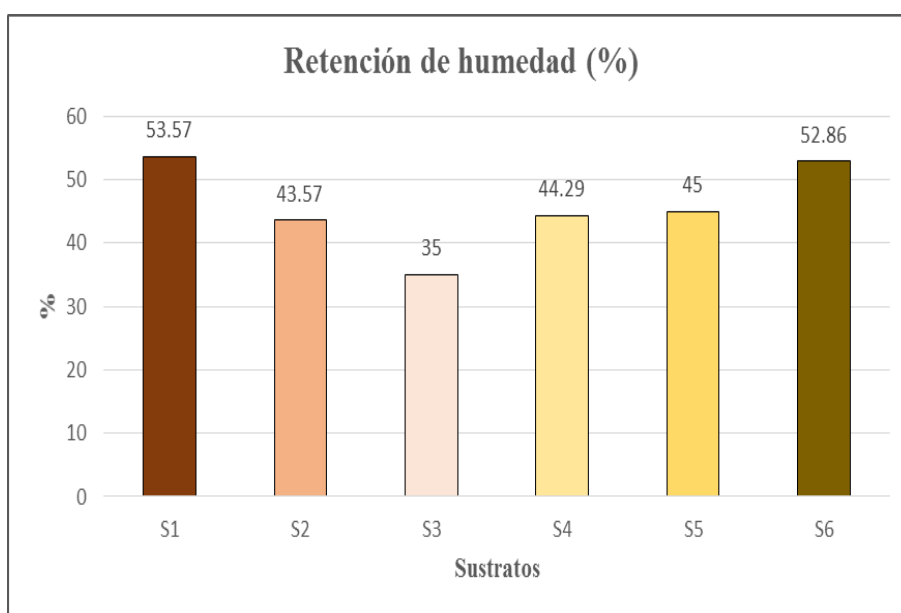
Cuando se mezclan materiales con tamaños de partículas diferentes, el volumen final resultante es generalmente inferior a la suma de los volúmenes de los materiales originales. Cuando el tamaño de las granulometrías de dos materiales es diferente, el material con granulometría más fina ocupa los vacíos existentes entre las partículas del material con granulometría más gruesa, dando lugar a una reducción del volumen y la porosidad total (Cadahia, 1998).

La porosidad elevada en el sustrato con fibra de coco, permite que exista un intercambio gaseoso entre el sustrato y la atmósfera. Una ventaja importante de los sustratos con respecto al cultivo en suelo, es que los sustratos deben tener una alta porosidad, de la cual una buena proporción debe ser de macroporos (Bunt, 1983).

#### 4.1.2.4 Porcentaje de Retención de Humedad (%)

Los análisis determinaron que S<sub>1</sub> (100% compost) presentó el más alto porcentaje de retención de humedad (53.57%); sin embargo, cuando se le agregó una mayor proporción de fibra de coco en S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), el porcentaje de retención de humedad disminuyó a 43.57% y 35%, respectivamente. Esta disminución se debió al menor porcentaje de fibra de coco (35%), lo que influyó en la mezcla.

En los sustratos que usaron aserrín compostado, como en S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), se obtuvo 44.29% en la retención de humedad. Al aumentar las proporciones de compost en la mezcla, hubo un aumento de la retención de humedad en el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) a 45 % y en el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) a 52.86% Este incremento de los valores de retención de la humedad se debieron al alto valor de retención de humedad del compost (53.57 %).



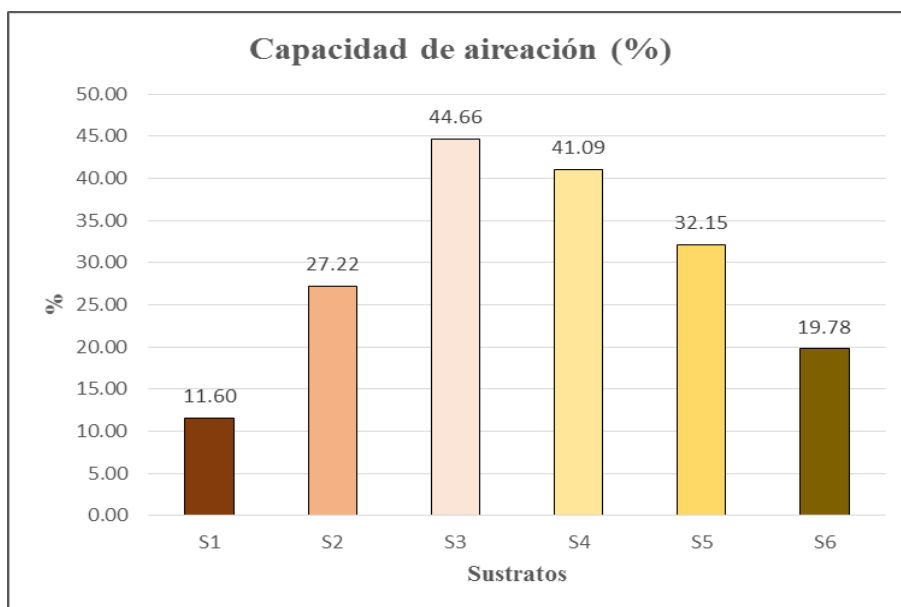
**Figura 7:** Variación del Porcentaje de Retención de Humedad (%) de los sustratos.

Jaulis (2013) menciona que una granulometría fina, que retiene mayor cantidad de agua, disminuye el espacio poroso por donde circula el oxígeno. Esta capacidad de retención nos garantiza que el cultivo este provisto de agua en los momentos oportunos. Por otro lado, la mayor capacidad de retención de agua puede afectar el desarrollo de las plantas ornamentales cultivadas. Ochoa (2003), resalta que la presencia de partículas muy pequeñas hace que disminuya la porosidad total y aumente la cantidad de agua retenida, ya que aumenta el número de microporos. También se reducirá la porosidad ocupada por aire

al disminuir el volumen de los poros entre partículas o macroporos, que son los de mayor tamaño.

#### 4.1.2.5 Porcentaje de Capacidad de Aireación (%)

Los sustratos que tuvieron como base al aserrín compostado disminuyeron su capacidad de aireación al mezclarse con mayores proporciones de compost: 41.09 % en S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), 32.15% en S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y 19.78% en S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost). Todo lo contrario ocurrió con los sustratos que tuvieron como base al compost, conforme fue aumentando la proporción de fibra de coco (55.38%), el porcentaje de aireación fue aumentando: 11.60 % en S<sub>1</sub> (100% compost), 27.22 % en S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y 44.66 % en S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco).

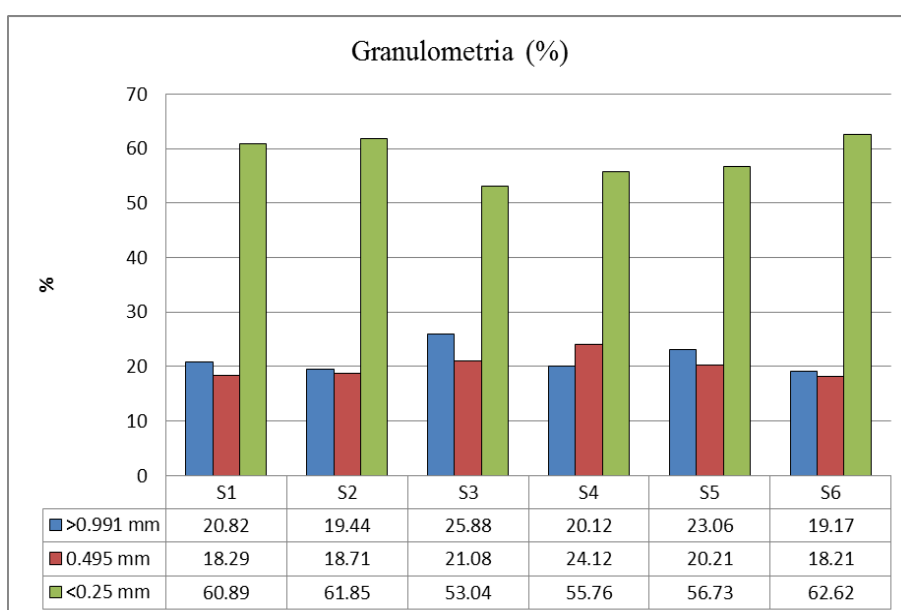


**Figura 8:** Variación del Porcentaje de Capacidad de Aireación (%) de los sustratos.

#### 4.1.2.6 Granulometría (%)

La mayor cantidad de partículas menores de 0.25 mm se encontraron en el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) seguidos por el S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost), S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco). En cambio, las partículas más gruesas, mayores de 0.991 mm, se encontraron en mayor cantidad en S<sub>3</sub> seguidos por S<sub>5</sub>>S<sub>1</sub>>S<sub>4</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>6</sub>. Esta distribución de tamaños de partículas determina el balance entre el contenido de agua y aire del sustrato, a cualquier nivel de humedad. Los materiales de

textura gruesa, con tamaños de partículas superiores a 0.9 mm y con poros grandes (>100  $\mu\text{m}$ ), retienen cantidades reducidas de agua y generan un buen sistema de aireación, mientras que los materiales finos, con tamaño de partículas inferiores a 0.25 mm y tamaño de poros inferiores a 30 $\mu\text{m}$ , retienen grandes cantidades de agua y su sistema de aireación se constituye de poros más pequeños. Los materiales más adecuados para cultivo hortícolas son los que tienen una textura media-gruesa, con una distribución de tamaño de partículas entre 0.25 y 2.5 mm y una distribución de tamaño de poros entre 30 y 300  $\mu\text{m}$ ; de esta forma retienen suficiente cantidad de agua y presentan una adecuada aireación (Abad y Noguera, 1998).



**Figura 9:** Variación del Porcentaje de Granulometría (%) de los sustratos.

### 4.1.3 Propiedades químicas de los sustratos

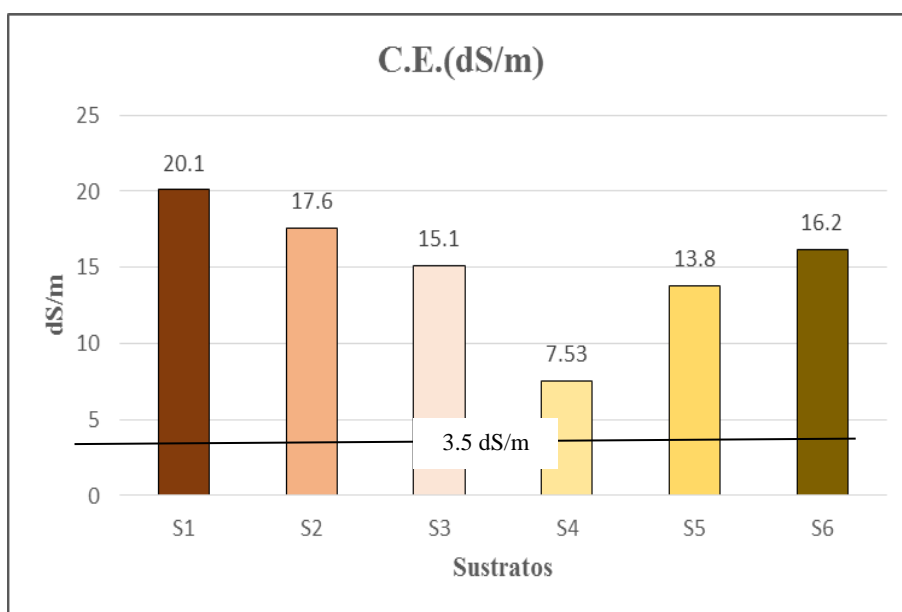
#### 4.1.3.1 Conductividad Eléctrica (C.E. dS/m)

Los valores de conductividad eléctrica, medidas en el extracto de saturación, superiores a 3.5 dS/m (a 25°C) son excesivos para la mayor parte de las especies cultivadas (Martínez, 1997), pues los niveles óptimos de C.E. se encuentran en un rango de 0.75 a 3.49 dS/m (Abad, 1993). Todos los sustratos que se emplearon en esta investigación presentaron una C.E. superior a 3.5 dS/m. Los datos muestran que, en los sustratos a base de compost, conforme aumentaba el contenido de fibra de coco en S<sub>1</sub> (0% fibra de coco), S<sub>2</sub> (30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% fibra de coco) la conductividad eléctrica disminuía debido en si a la baja C.E. de la fibra de coco (1.26 dS/m). Sin embargo, en los sustratos a base de aserrín compostado, conforme aumentaba el contenido de compost en S<sub>4</sub> (0% de compost), S<sub>5</sub>



(30% compost) y S<sub>6</sub> (50% compost) el contenido de sales aumentaba debido al alto contenido de sales del compost (20.1 dS/m).

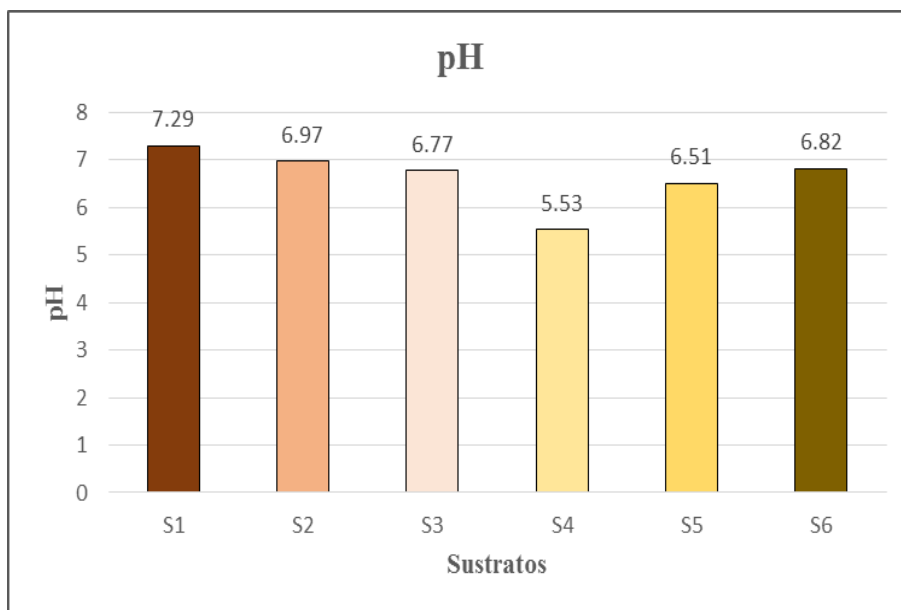
La alta salinidad del compost podría atribuirse a un proceso incompleto del compostaje, ya que este valor alto de C.E. en el compost es semejante al estiércol de caballo (20.70 dS/m) que Jaulis (2013) utilizó para la preparación de sustratos. Asimismo, el aserrín compostado tuvo un alto valor de C.E. ya que en el compostaje de este insumo es común aplicar úrea para acelerar el proceso.



**Figura 10:** Variación de la C.E. (dS/m) de los sustratos.

#### 4.1.3.2 pH

Debido al bajo pH de la fibra de coco (6.21), el pH en las mezclas S<sub>1</sub> (100% compost + 0% de fibra de coco), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) disminuyó conforme las proporciones de fibra de coco aumentaron. En cambio, el pH se incrementó conforme las proporciones de compost aumentaban en S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado + 0% de compost), S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost), debido al pH del compost (7.29).



**Figura 11:** Variación del pH de los sustratos.

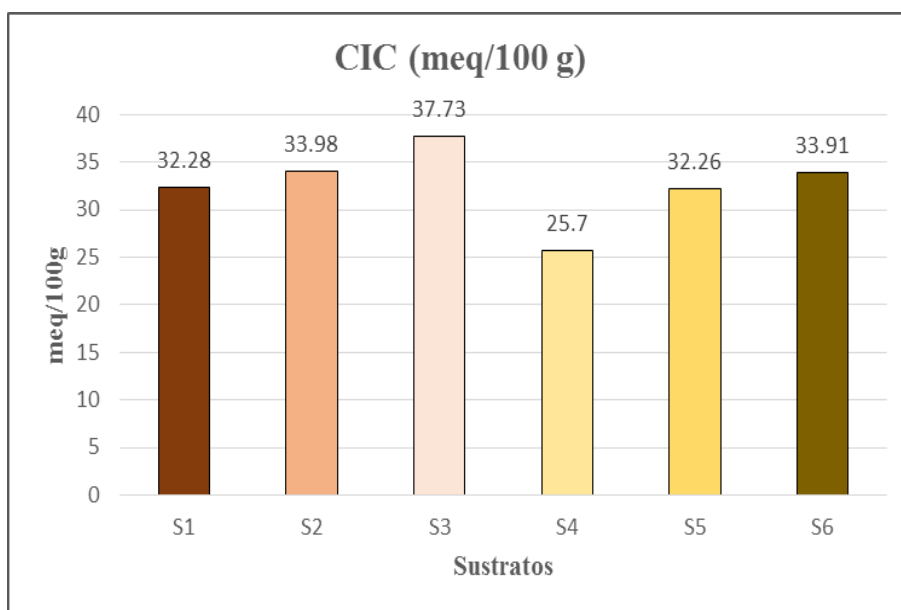
La disponibilidad de la mayoría de nutrientes está influenciada por el pH del sustrato, siendo un factor importante en la nutrición vegetal. Su importancia radica en los efectos que puede causar como: deficiencias, toxicidad, favorecer el desarrollo de patógenos e influir de forma directa en el desarrollo de la planta (Rojas, 1993).

#### 4.1.3.3 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Dentro de las evaluaciones, el S<sub>1</sub> (100% compost) presentó una menor CIC (32.28 meq/100g), que cuando se agregó una mayor proporción de fibra de coco: 33.98 meq/100g en el S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y 37.73 meq/100g en el S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco). Este aumento de la CIC se debió a la adición de fibra de coco (40.57 meq/100g) en las mezclas. Asimismo, en el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), la CIC fue de 25.7 meq/100g. Al aumentar las proporciones de compost en la mezcla, hubo un aumento de la CIC en el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) a 32.26 meq/100g y en el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) a 33.91 meq/100g. Esto se debió a la adición de compost (32.28 meq/100g) en las mezclas.

Finalmente, una alta Capacidad de Intercambio Catiónico superior a 20 meq/100g, como en todos los sustratos empleados en este trabajo, confiere un alto potencial nutricional, todo ello contribuye a facilitar la disponibilidad de N en la solución acuosa, resultando favorecido el crecimiento de los brotes (Jaulis, 2013). Igualmente, en los cultivos no hidropónicos es interesante una alta CIC que garantiza que los fertilizantes añadidos al

sustrato van a ser retenidos y puestos gradualmente a disposición de las raíces, evitando pérdidas por lavado (Martínez *et al.*, 2011).

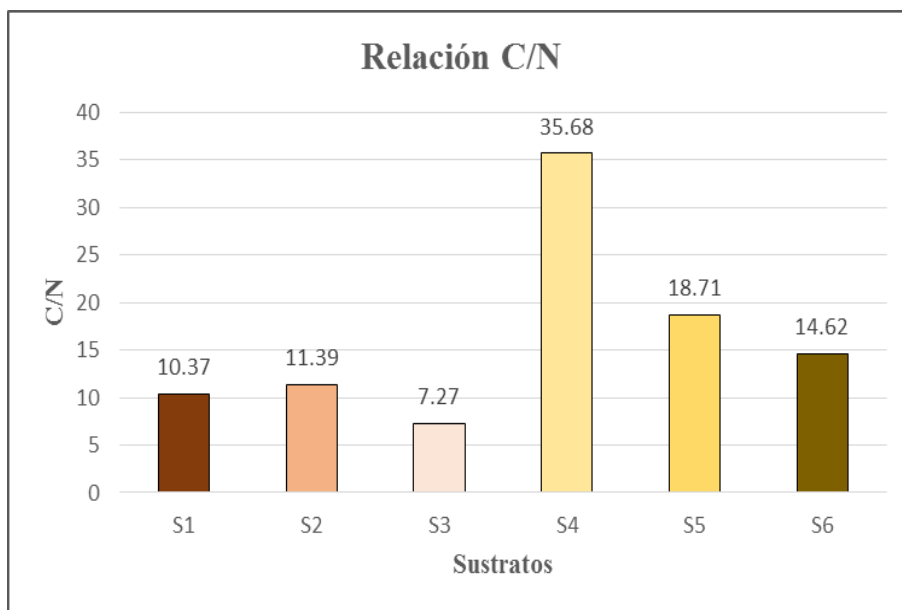


**Figura 12:** Variación del CIC de los sustratos.

#### 4.1.3.4 Relación C/N

La relación C/N permite apreciar el estado de degradación en el que se encuentra el material a emplear como sustrato y su estabilidad a lo largo del cultivo. Los materiales con relación C/N altas, son poco estables y han de sufrir una transformación a lo largo del tiempo, que hará variar, no solo sus propiedades químicas sino también las físicas, reducción del volumen, reducción de porosidad y capacidad de aireación (Martínez *et al.*, 2011). Una relación C/N inferior a 20 es considerada como óptima para un cultivo en sustrato y es un índice de un material orgánico maduro y estable (Terés, 2001; Abad y Noguera, 1998). Todos los sustratos empleados en este experimento, S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) a excepción de S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) presentaron una relación C/N menor a 20.

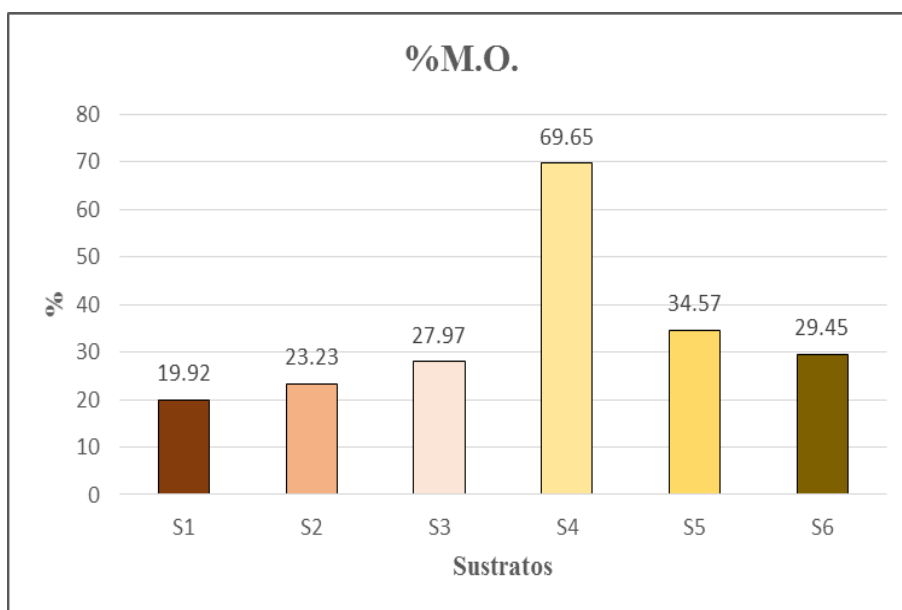
Asimismo, conforme el contenido de aserrín compostado disminuía en S<sub>4</sub> (35.68), S<sub>5</sub> (18.71) y S<sub>6</sub> (14.62), la relación C/N también disminuía, esto debido a la incorporación de compost en su mezcla (10.37%). Los sustratos sin aserrín compostado presentaron una baja relación de C/N en comparación con los que sí tuvieron aserrín compostado.



**Figura 13:** Variación de la Relación C/N de los sustratos.

#### 4.1.3.5 Porcentaje de Materia Orgánica (%MO)

La materia orgánica aporta casi todo el nitrógeno orgánico, de un 50 a 60 por ciento de fosfatos entre otros nutrientes presentes de acuerdo a su origen (Mengel y Kirkby, 2000).



**Figura 14:** Variación del Porcentaje de Materia Orgánica (%M.O.) de los sustratos.

Así, dentro de las evaluaciones el S<sub>1</sub> (100% compost) presentó un menor %MO (19.9%), que cuando se agregó una mayor proporción de fibra de coco: 23.23% en el S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y 27.97% en el S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco). Este aumento del %MO se debió al alto porcentaje de la fibra de coco (71.27%).

En el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), el %MO fue de 69.65%. Al aumentar las proporciones de compost en la mezcla, hubo una disminución del %MO en el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) a 34.57% y en el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) a 29.45%. Esto se debió al bajo %MO del compost (19.92%).

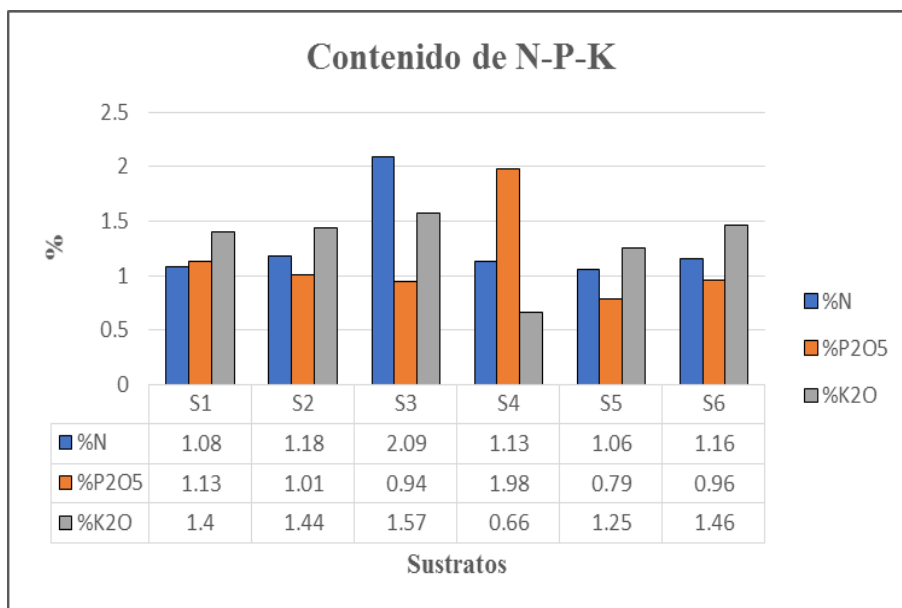
Los sustratos que tuvieron aserrín compostado fueron superiores a los sustratos que tuvieron compost como base.

#### **4.1.3.6 Contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio**

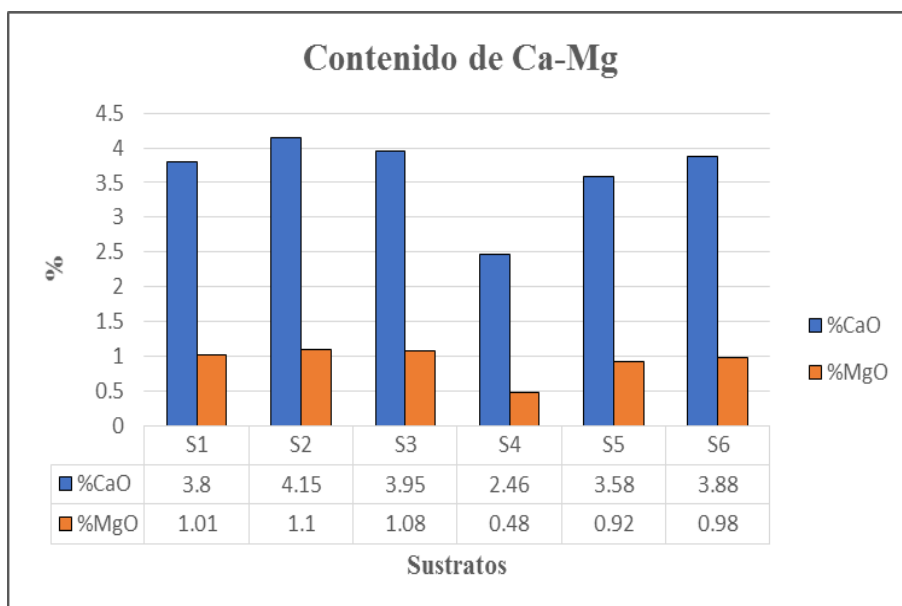
De acuerdo a los porcentajes de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio que se obtuvieron en los análisis de materias orgánicas, se calculó la cantidad de aporte nutricional en las dimensiones de 1mx1mx0.02m (0.02 m<sup>3</sup>) por cada sustrato (Tabla 11). Así se encontró que los sustratos que tuvieron como base compost obtuvieron un mayor contenido de nitrógeno que los sustratos con aserrín compostado como base. El mayo

En tanto, S<sub>1</sub> (100% compost) obtuvo un alto contenido de Fósforo (127.71 g/m<sup>2</sup>) seguido por S<sub>2</sub> (74.71 g/m<sup>2</sup>), S<sub>6</sub> (67.32 g/m<sup>2</sup>), S<sub>4</sub> (48.62 g/m<sup>2</sup>), S<sub>3</sub> (46.25 g/m<sup>2</sup>) y S<sub>5</sub> (44.07 g/m<sup>2</sup>). Asimismo, cuando el contenido de fibra de coco aumentaba, la cantidad de Potasio en el sustrato disminuía; por el contrario, cuando el contenido de compost aumentaba en el aserrín compostado, el contenido de Potasio aumentaba. Este mismo patrón se cumplió para los elementos Calcio y Magnesio, siendo siempre el sustrato S<sub>1</sub> (100% compost) el de mayor contenido de estos nutrientes y el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) el de menor aporte nutricional. El contenido de K<sub>2</sub>O disminuyó en el orden S<sub>1</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>6</sub>>S<sub>3</sub>>S<sub>5</sub>>S<sub>4</sub>, para CaO fue S<sub>1</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>6</sub>>S<sub>5</sub>>S<sub>3</sub>>S<sub>4</sub> y finalmente MgO disminuyó en el orden S<sub>1</sub>>S<sub>2</sub>>S<sub>6</sub>>S<sub>3</sub>>S<sub>5</sub>>S<sub>4</sub>.

Finalmente, Calcio fue el elemento que se encontró en mayor cantidad en todos los sustratos.



**Figura 15:** Variación del Porcentaje del contenido de N-P-K de los sustratos.



**Figura 16:** Variación del Porcentaje del contenido de Ca y Mg de los sustratos.

**Tabla 11:** Contenido de nutrientes en la dimensión de 1mx1mx0.02m (0.02 m<sup>3</sup>) de sustrato.

Mezcla de sustratos	Código	Peso de sustrato(kg)	Peso Seco (kg)	N (g)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g)	K <sub>2</sub> O (g)	CaO (g)	MgO (g)
100% compost	S <sub>1</sub>	15.6	11.30	122.06	127.71	158.23	429.48	114.15
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	12	7.40	87.28	74.71	106.51	306.97	82.10
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	8.4	4.92	102.84	46.25	77.26	194.37	53.14
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	4.8	2.46	27.75	48.62	16.21	60.41	36.34
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	9	5.58	59.14	44.07	69.74	199.73	51.33
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	11.4	7.01	81.34	67.32	102.38	272.07	68.72

**Tabla 12:** Resumen de las propiedades físicas y químicas de los seis diferentes sustratos

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	
pH	7.29	6.97	6.77	5.53	6.51	6.82	
CE(dS/m)	20.1	17.6	15.1	7.53	13.8	16.2	
M.O. (%)	19.92	23.23	27.97	69.65	34.57	29.45	
CIC (meq/100g)	32.28	33.98	37.73	25.7	32.26	33.91	
Relación C/N	10.37	11.39	7.27	35.68	18.71	14.62	
%Retención de humedad	53.57	43.57	35	44.29	45	52.86	
% Capacidad de aireación	11.60	27.22	44.66	41.09	32.15	19.78	
% Espacio poroso	65.17	70.79	79.66	85.36	77.15	72.64	
Da (g/cm <sup>3</sup> )	0.78	0.60	0.42	0.24	0.45	0.52	
Dr (g/cm <sup>3</sup> )	2.23	2.05	2.04	1.67	1.96	2.08	
Hd (%)	27.55	38.36	41.42	48.84	38.01	38.49	
N (g)	122.06	87.28	102.84	27.75	59.14	81.34	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g/m <sup>2</sup> )	127.71	74.71	46.25	48.62	44.07	67.32	
K <sub>2</sub> O (g/m <sup>2</sup> )	158.23	106.51	77.26	16.21	69.74	102.38	
CaO (g/m <sup>2</sup> )	429.48	306.97	194.37	60.41	199.73	272.07	
MgO (g/m <sup>2</sup> )	114.15	82.10	53.14	36.34	51.33	68.72	
Granulometría (%)	>0.991 mm	20.82	19.44	25.88	20.12	23.06	19.17
	0.495 mm	18.29	18.71	21.08	24.12	20.21	18.21
	<0.25 mm	60.89	61.85	53.04	55.76	56.73	62.62

## 4.2. DESARROLLO DE LAS DOS ESPECIES DE CÉSPED EN SEIS DIFERENTES SUSTRATOS Y DOS TIPOS DE AISLANTES

### 4.2.1. Bermuda (*Cynodon dactylon*)

#### 4.2.1.1 Crecimiento y biomasa

##### a. Altura de planta antes del corte

En la medida hecha en cada uno de los tres cortes (Tabla 13), la mayor altura de planta se obtuvo en los sustratos S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco). Sin embargo, en los dos primeros cortes solo tuvo diferencias significativas con los sustratos S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost). Mientras que, en el tercer corte, solo el S<sub>3</sub> tuvo diferencias significativas con los tratamientos que emplearon en su mezcla aserrín compostado (S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> y S<sub>6</sub>).

**Tabla 13:** Efecto de los sustratos en la altura de planta antes de los cortes en Bermuda (cm).

Mezcla de sustratos	Código	Altura de planta(cm) antes del 1er corte de Bermuda (46 DDS)	Altura de planta(cm) antes del 2do corte de Bermuda (55 DDS)	Altura de planta(cm) antes del 3er corte de Bermuda (67 DDS)
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	11.13 a	3.60 ab	5.64 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	10.60 a	3.97 a	4.7 ab
100% compost	S <sub>1</sub>	9.33 ab	3.02 bc	4.4 ab
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	9.95 ab	2.83 bcd	3.4 b
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	7.67 b	2.33 cd	3.76 b
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	7.57 b	2.07 d	3.82 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Los sustratos (S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>), que tuvieron un mayor CIC (37.23 meq/100g y 33.98 meq/100g) y una baja relación C/N (7.27 y 11.39), fueron los que mostraron una mayor altura de planta. Por otro lado, los sustratos que utilizaron aserrín compostado tuvieron un bajo contenido de nutrientes y una alta relación C/N, lo que limitó que las plantas alcanzaran una mayor altura. La presencia de un 50 por ciento de aserrín dentro de los sustratos, genera una alta relación C/N (Stoffela y Kahn, 2005), lo que provoca una competencia por N entre los microorganismos presentes en el sustrato y en la planta. Debido a esta menor disponibilidad de nitrato y amonio en el medio, el crecimiento del césped fue menor, lo



que se manifestó en una menor altura. Asimismo, Castro *et al.*, (2006) establecen que mezclas con más del 20% de aserrín puede tener efectos antagónicos en el crecimiento de las plantas debido a su baja relación C/N.

En cuanto a los resultados obtenidos para el sustrato 100% compost este se caracterizó por su alto contenido de nutrientes; sin embargo, no obtuvo una mayor altura de planta debido a su mayor CE. Valenzuela *et al.* (2003) encontró que las características de las plantas no fueron buenas cuando el sustrato estuvo compuesto solo por compost. Asimismo, Keeling *et al.* (1994) aplicó compost derivado de basura doméstica sobre ryegrass y encontró que una fracción del compost tuvo propiedades que estimularon el crecimiento de la planta, mientras que otra fracción causaba fitotoxicidad.

Los sustratos que mostraron un crecimiento significativo mayor en los tres cortes realizados fueron los que contenían la mezcla compost + fibra de coco en diferentes proporciones.

#### **b. Peso fresco de follaje después de los cortes**

En el peso fresco del follaje después a cada corte (Tabla 14), los sustratos S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) fueron los que más peso alcanzaron. Sin embargo, en los dos primeros cortes solo se tuvo diferencias significativas entre el S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) y los tratamientos a base de aserrín compostado (S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> y S<sub>6</sub>). En el tercer corte, hubo diferencias entre los tratamientos a base de aserrín compostado y los tratamientos a base de compost (S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>).

Según Moreno (2008) el compost puede utilizarse en mezclas con otros materiales orgánicos más aireantes como fibra de coco, etc. En un gran número de ensayos se obtiene que el sustrato mezcla de un 20-25%(máximo) de compost con material aireante supera el rendimiento productivo al del material aireante solo con el que se compara. En este trabajo se puede observar que conforme el porcentaje de compost disminuye en las mezclas S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>, el peso fresco de follaje aumenta a excepción del tercer corte donde, debido a que las sales de los sustratos se fueron lavando por el riego, el crecimiento del césped fue mejorando produciendo así un mayor peso fresco de follaje en el tercer corte para S<sub>2</sub> y S<sub>1</sub>. Puede notarse que el diferencial entre el tercer y segundo corte fue de 9.67 g (S<sub>3</sub>), 114.95 g (S<sub>2</sub>), 93.81 g (S<sub>1</sub>), -8.15 g (S<sub>4</sub>), 17.56 g (S<sub>5</sub>), 5.5 g (S<sub>6</sub>). Así puede corroborarse que la

mayor cantidad de follaje encontrado en S<sub>2</sub> se debió a la producción de nuevo follaje. Todo lo contrario, sucedió en S<sub>4</sub> el cual vio disminuida la producción de follaje.

**Tabla 14:** Efecto de los sustratos en el peso fresco de follaje de los cortes de Bermuda (g).

Mezcla de sustratos	Código	Peso fresco de follaje(g) del 1er corte de Bermuda (46 DDS)	Peso fresco de follaje(g) del 2do corte de Bermuda (55 DDS)	Peso fresco de follaje(g) del 3er corte de Bermuda (67 DDS)
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	466.5 ab	140.83 ab	255.78 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	543.1 a	222.93 a	232.6 a
100% compost	S <sub>1</sub>	246.2 bc	100.17 b	193.98 a
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	299.8 bc	100.88 b	92.73 b
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	111.7 c	64.62 b	82.18 b
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	101.5 c	62.40 b	67.9 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

El sustrato S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) fue la formulación ideal para esta variable en estudio. Según Anca (2003) el compost libera progresivamente el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, boro, fierro y otros elementos que son necesarios para el crecimiento de las plantas. Asimismo, Moreno (2008) resalta que dicha concentración de nutrientes depende de la tipología de la materia prima usada en el compost.

### c. Porcentaje de cobertura (%)

La Tabla 15 muestra que el porcentaje de cobertura final tuvo diferencias significativas entre algunos sustratos.

El porcentaje de cobertura fue mayor en el sustrato S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), el cual fue significativamente superior al resto de sustratos, salvo con el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con quien no tuvo diferencias. Sin embargo, este último, tampoco tuvo diferencias con S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost).

**Tabla 15:** Efecto de los sustratos en el porcentaje de cobertura de Bermuda (%).

Mezcla de sustratos	Código	%Cobertura de Bermuda
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	93.00 a
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	88.55 ab
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	81.70 bc
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	79.53 bc
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	79.09 bc
100% compost	S <sub>1</sub>	77.10 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan)

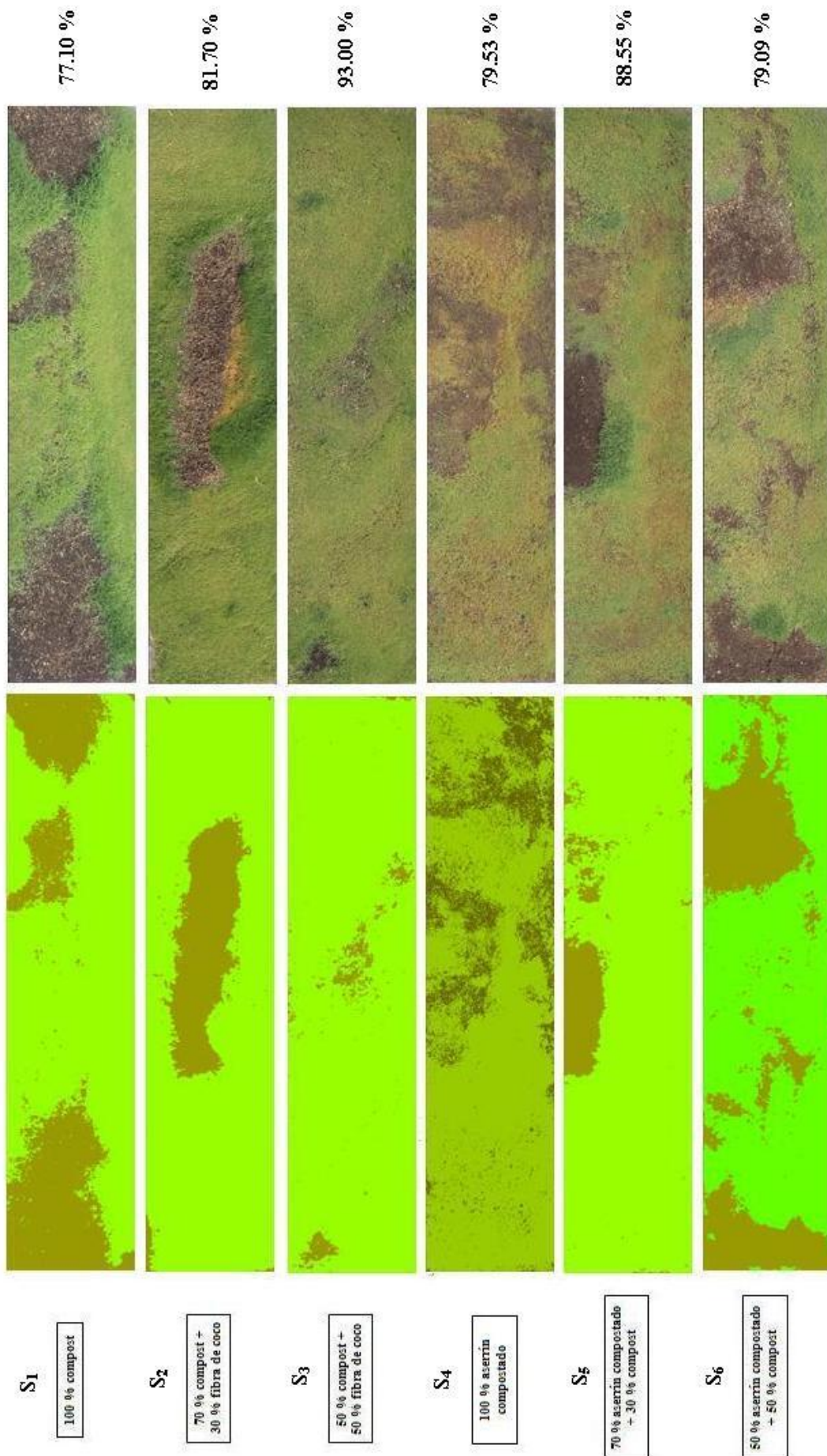
La cantidad de semilla sembrada fue de 62.5 g/ m<sup>2</sup>. Según San Segundo (2001) esta densidad de siembra correspondió, según a su utilización, a la de campos deportivos y jardines privados pisables (60 a 80 g/m<sup>2</sup>). Aproximadamente a los 6 días después de la siembra (DDS), se evidenció la emergencia de la radícula de las plántulas. A los 7 DDS ya estaba empezando a notarse levemente la emergencia de las plántulas. Finalmente, 9 DDS, se observaba sin mucho esfuerzo las plántulas germinadas. A los 11 DDS, se evidenció que la germinación no estaba siendo pareja en una misma parcela. La germinación uniforme es esencial para el establecimiento exitoso del césped (Zhang, 2012), por esa razón se resembró una misma cantidad de semillas en los espacios vacíos de las camas de Bermuda. Asimismo, a los 39 DDS se realizó orificios para el drenaje de sales (9 orificios por parcela) y disminuir la salinidad de las camas.

La evaluación de cobertura de planta determinó que los efectos de la salinidad son generalmente mayores en la germinación que en la planta madura (AGCSA, 2011). Así Zhang (2011) encontró que, en la evaluación de la tolerancia a la salinidad de los céspedes, la salinidad redujo la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas. Sin embargo, Zhang (2012) también observó que la tolerancia a sales en el césped *Buchloe dactyloides* (Buffalo-grass) aumentó después de la germinación de la semilla. Este resultado coincide con los obtenidos con el césped Bermuda, ya que después de la germinación y los constantes riegos, las plantas se desarrollaron apropiadamente.

Asimismo, el bajo porcentaje de cobertura en el sustrato 100% compost es atribuido a su alta salinidad (20.1 dS/m). Estos resultados coinciden con los encontrados por Barker *et al.* (1996) el cual establece que los altos niveles de NH<sub>4</sub>N<sup>-</sup> y sales solubles en un compost

inmaduro de biosólidos inhiben la germinación de semillas de césped y su establecimiento. Igualmente, Linde *et al.* (2005) encontraron que el compost de biosólidos que se presentó como enmienda de suelo para césped, provocó un retraso de 2 – 3 semanas en semillas y el establecimiento de tepes. Sin embargo, después de este periodo crítico, no se evidenció problema alguno.

A pesar de que el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) fue el de menor CE de todos (7.53 dS/m), su alta relación C/N (35.68) y baja CIC (25.7 meq/100 g) no ayudaron al crecimiento de las plántulas germinadas, por ello este sustrato no tuvo un alto porcentaje de cubrimiento; sin embargo, el sustrato S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 13.8 dS/m de C.E. (segundo con menor valor de C.E.), 32.26 meq/100 g de CIC y 18.71 de C/N obtuvo el segundo lugar en porcentaje de cobertura. El sustrato S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) presentó un alto porcentaje de cobertura por su aceptable contenido de sales para el crecimiento de Bermuda (15.1 dS/m), baja relación C/N (7.27) que no impidió la inmovilización de nitrógeno y su alta CIC (37.73 meq/100g) que permitió el desarrollo de las plantas luego del periodo crítico de germinación.



**Figura 17:** Porcentaje de cobertura Bermuda

#### d. Peso fresco foliar, radicular y total por metro cuadrado de tepes (kg/m<sup>2</sup>)

Al final del cultivo se determinó el peso por metro cuadrado; así, la Tabla 16 muestra que el peso por metro cuadrado de tepe, el peso foliar por metro cuadrado y el peso radicular por metro cuadrado tuvieron diferencias significativas entre algunos sustratos.

**Tabla 16:** Efecto de los sustratos en el peso por m<sup>2</sup> de tepes, foliar y radicular de Bermuda (kg).

Mezcla de sustratos	Código	Peso por m <sup>2</sup> de tepe de Bermuda (kg)	Peso fresco foliar por m <sup>2</sup> de tepe de Bermuda (kg)	Peso fresco radicular por m <sup>2</sup> de tepe de Bermuda (kg)
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	14.99 e	0.58 b	7.75 a
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	15.56 de	0.80 ab	5.43 b
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	16.64 cd	0.98 a	5.34 b
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	17.36 c	0.92 a	5.78 b
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	19.81 b	0.90 a	6.75 ab
100% compost	S <sub>1</sub>	21.61 a	0.91 a	6.82 ab

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

En el peso por m<sup>2</sup> de tepe, el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) con 14.99 kg/m<sup>2</sup> y S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 15.56 kg/m<sup>2</sup> no mostraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, el S<sub>4</sub> tuvo un peso por m<sup>2</sup> significativamente menor que los sustratos S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>1</sub> (100% compost). Estos resultados están asociados a la Da de los sustratos, siendo S<sub>4</sub> (0.24 g/cm<sup>3</sup>) el sustrato de menor densidad, seguido de S<sub>3</sub> (0.42 g/cm<sup>3</sup>), S<sub>5</sub> (0.45 g/cm<sup>3</sup>), S<sub>6</sub> (0.57 g/cm<sup>3</sup>), S<sub>2</sub> (0.6 g/cm<sup>3</sup>), S<sub>1</sub> (0.78 g/cm<sup>3</sup>).

Igualmente, en el peso fresco foliar por m<sup>2</sup>, los sustratos S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) con 0.58 kg/m<sup>2</sup> y el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 0.80 kg/m<sup>2</sup>, fueron los que menor peso tuvieron, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, solo el S<sub>4</sub> tuvo un peso fresco foliar/m<sup>2</sup> significativamente menor que los sustratos S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>1</sub> (100% compost). Se evidenció que los mismos sustratos que presentaron un menor peso por m<sup>2</sup> de tepe mostraron el menor peso fresco foliar por m<sup>2</sup>.

En cuanto al peso radicular/m<sup>2</sup> de tepe, se encontró que los que mayor peso tuvieron fueron los sustratos S<sub>2</sub> (6.75 kg), S<sub>1</sub> (6.82 kg) y S<sub>4</sub> (7.75 kg), sin mostrar diferencias significativas entre ellos. Los sustratos S<sub>3</sub>, S<sub>5</sub> y S<sub>6</sub>, fueron los de mayor peso, pero solo mostraron diferencias significativas con el S<sub>4</sub>, y no con el resto.

La densidad aparente del material influye sobre los costos de su transporte y manipulación (Cadahia, 1998). Así, el aserrín compostado con el que se trabajó tuvo una densidad de 0.24 g/cm<sup>3</sup>, siendo este el motivo del menor peso por m<sup>2</sup> (14.99 kg). Además, es necesario mencionar que de los insumos que tiene Lima en cantidades considerables es este subproducto de los aserraderos el que es muy utilizado en viveros pequeños, debido a su bajo costo. Sin embargo, presenta algunas desventajas como una alta relación carbono-nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas, que pueden inhibir o dañar la formación y crecimiento del sistema radicular, afectando el desarrollo del cultivo (Jaulis, 2013). Esto se evidenció en el menor peso fresco foliar por m<sup>2</sup> de tepe (0.58 kg); sin embargo, el crecimiento radicular de las plantas en 100 % aserrín compostado fueron mayores en peso en comparación con los otros sustratos (7.75 kg).

Medina *et al.* (2011) menciona que el desafío constante de la horticultura moderna es la obtención de una planta con un buen sistema radicular y parte aérea, pues a mayor relación de estos, mejor será la adaptabilidad de las plantas en el campo. Además, Andrews *et al.* (1999) mencionan que la relación de peso de la parte aérea y raíz de la planta (A: R) disminuye cuando el crecimiento está limitado por N, S o P. Así se encontró que la relación A: R para el sustrato 100% aserrín compostado fue 0.075, un muy bajo valor en comparación con una relación A: R de 0.186 obtenida por el sustrato 50% compost + 50% fibra de coco. Los otros sustratos obtuvieron un valor intermedio de relación A: R como S<sub>5</sub> con 0.147, S<sub>6</sub> con 0.159, S<sub>2</sub> con 0.133 y S<sub>1</sub> con 0.133.

Se escogió al sustrato 50% compost + 50% fibra de coco como el sustrato con las características óptimas en cuanto a peso por m<sup>2</sup> de tepe (16.64 kg); además, su alta relación entre la parte aérea y la parte radicular (0.186) evidenció que los nutrientes no estuvieron limitados en este sustrato. Debido a que en la composición de este sustrato se encontraba la fibra de coco, la cual tiene una baja densidad aparente, poca concentración de partículas sólidas, mayor porcentaje de espacio poroso, alto nivel de aireación y capacidad de infiltración, es que el sustrato compost mejoró sus características físicas y químicas; obteniéndose así en S<sub>3</sub> una densidad aparente de 0.42 g/cm<sup>3</sup>, un espacio poroso total de

79.66 %, alta capacidad de aireación (44.66%) , una conductividad eléctrica aceptable para el crecimiento de Bermuda (15.1 dS/m) y un alto contenido de CIC (37.73 meq/100 g) lo que permitió un buen desarrollo foliar y radicular. Añaños *et al.* (2004) menciona que en general, los nutrientes en el compost se encuentran en forma orgánica entonces se libera lentamente cuando el compost se descompone.

A pesar del bajo peso por m<sup>2</sup> obtenido en el sustrato 100 % aserrín, no se pudo conseguir un peso tan bajo como el que consiguió Casas (2009) en sus tepes de prado express con 3.5 kg/m<sup>2</sup> en sustrato de aserrín con 2 cm de espesor; esto puede ser debido a que en este proyecto se utilizó una mayor cantidad de semillas por m<sup>2</sup> y al mayor tiempo de producción, lo que generó una mayor masa radicular y un alto peso por m<sup>2</sup> de tepe.

#### 4.2.1.2 Enrollamiento

Se seleccionaron áreas de 3 m<sup>2</sup>, donde el cubrimiento fuera mayor, para evaluar el porcentaje de enrollamiento. En la Tabla 17, se observa que hubo diferencias significativas son un sustrato.

**Tabla 17:** Efecto de los sustratos en el porcentaje de enrollamiento de tepes de Bermuda (%)

Mezcla de sustratos	Código	%Enrollamiento de Bermuda
100% compost	S <sub>1</sub>	100 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	100 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	100 a
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	100 a
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	100 a
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	50 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Se encontró que los sustratos S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) no presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de enrollamiento. Sin embargo, estos sustratos tuvieron un porcentaje de enrollamiento significativamente mayor que el sustrato S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado).



El 100 % en el valor del enrollamiento de los sustratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>5</sub> y S<sub>6</sub> significó un alto entrelazamiento de las raíces; el valor de 50% en el sustrato S<sub>4</sub> significó que este entrelazamiento no fue muy bueno pues al enrollar las alfombras de S<sub>4</sub> se desprendía sustrato y no se podía enrollar.

Aunque los métodos convencionales de producción de tepes en suelo requieren tiempo y gasto considerable, producir tepes en sustratos sobre plástico puede llevarse a cabo de manera más eficiente y en mucho menos tiempo que la producción actual (Decker, 1989). Según Casas (2009) las láminas de plástico sobre los cuales se han depositado el sustrato y las semillas, impiden que las raíces se inserten en el terreno y las obligan a crecer horizontalmente donde a medida que se desarrollan van enredándose y formando una malla que le otorga alta resistencia a la alfombra de césped. El entramado de raíces bajo la capa de sustrato son raíces intactas, que no requieren recuperación, por lo que al momento de la cosecha estas no son dañadas y llegan intactas al lugar de la instalación donde recuperan su posición vertical, insertándose en el terreno de manera fácil y rápida. Asimismo, la producción de tepes en sustratos sobre plástico tiene ventajas importantes sobre la producción de césped convencional como el fácil manipuleo de las alfombras, el menor peso por metro cuadrado y la cero degradación del suelo.

Aprovechando la gran capacidad de los céspedes para formar rápidamente un sistema de raíz fibrosa, un césped comercial de alta calidad pudo ser producido sobre plástico por Decker (1991) en tan sólo 7 a 10 semanas. Sin embargo, debido a los problemas iniciales de sales que se tuvo en este proyecto, este tiempo se prolongó a 4 meses. Al estar las raíces en un medio húmedo y bien aireado, se desarrollaron muy rápidamente en un tepe maduro que se removió fácilmente de la superficie del plástico ya que fueron incapaces de penetrar en esta barrera impermeable. Roberts *et al.* (2001) menciona que la colocación de un revestimiento de plástico en la base aumenta la masa radicular y la relación raíz: tallo.

Asimismo, la contradicción que existe entre el mayor peso por metro cuadrado de raíces (7.75 kg) que obtuvo el sustrato 100 % aserrín compostado y su menor entrelazamiento de raíces (50%) corresponde a la calidad de raíces. Las raíces de Bermuda en este sustrato se mostraron débiles, muy finas y de un color oscuro, en comparación con las raíces en los sustratos compost + fibra de coco y compost+ aserrín compostado, las cuales eran claras, notoriamente más gruesas y mejor entrelazadas.

Los dos tipos de aislantes no mostraron diferencias significativas entre ellos para la variable porcentaje de enrollamiento (Tabla 18). Esto significó que no es necesario el uso de malla raschel para el enrollamiento de los tepes, ya que con el entramado natural de las raíces es suficiente.

**Tabla 18:** Efecto del tipo de aislante en el porcentaje de enrollamiento de tepes de Bermuda (%).

Tipo de aislante	Código	% Enrollamiento de Bermuda
manta plástica+ malla raschel	m <sub>2</sub>	94.44 a
manta plástica	m <sub>1</sub>	88.89 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

#### 4.2.1.3 Calidad visual e Intensidad de color

##### a. Calidad visual

La calidad general se puede calificar mediante estimaciones visuales ponderadas que integren el color, la uniformidad, la densidad y el hábito de crecimiento (Neylan y Robinson, 1997). La prueba de medias de Duncan (Tabla 19) muestra que el sustrato S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) con un valor de 9 en la calidad visual, S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) con 8.92 y S<sub>1</sub> (100% compost) con 8.75 no mostraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, los sustratos S<sub>3</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>1</sub> tuvieron una calidad visual significativamente mayor que los sustratos S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) con 7.83, S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 5.75 y S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) con 4.58. Los sustratos S<sub>3</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>1</sub> se encontraron dentro del rango de céspedes ideales; los sustratos S<sub>6</sub> y S<sub>5</sub> fueron clasificados como céspedes aceptables; sin embargo, S<sub>4</sub> se encontró por debajo del mínimo, pero no llegó a ser un césped inservible pues se encontraba cerca de la puntuación de mínimo aceptable. Las plantas que crecieron en los sustratos con compost como base fueron mejores en cuanto a calidad visual que las plantas en sustratos con aserrín compostado como base.

**Tabla 19:** Efecto de sustratos en la calidad visual de Bermuda.

Mezcla de sustratos	Código	Calidad visual en Bermuda
50% compost +50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	9 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	8.92 a
100% compost	S <sub>1</sub>	8,75 a
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	7.83 b
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	5.75 c
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	4.58 d

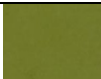
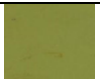
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

### b. Intensidad de color

El color genético refleja el color inherente del genotipo. Las clasificaciones genéticas de color se recogen cuando el césped está creciendo activamente y no está bajo estrés. La clorosis y el dorado por necrosis no son parte del color genético (Morris, s.f.). El color es una característica que varía desde verde muy claro hasta muy oscuro, de acuerdo a las especies y cultivares. Está relacionado con la fertilidad del suelo, el potencial genético, el estado sanitario de las plantas y la calidad del corte. Puede, además, indicar deficiencias o excesos nutricionales (Picasso, 2005).

Así, en el Análisis de Varianza (Anexo 18) se determinó que la variable color de Bermuda no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tipos de sustratos a un nivel de 0.05 de significancia. Sin embargo, las Tablas 20 y 21 registran el color que representa cada puntuación, observándose 6.33 para S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), 6.17 para S<sub>1</sub> (100% compost), 5.83 para S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), 5.67 para S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) y 5.67 para S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) lo que significa una coloración ligeramente más oscura que el sustrato S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) con 5.33.

**Tabla 20:** Nombres de los colores de Bermuda según su puntuación.

Color		
Código	146B	146C
Puntuación	6	5
Nombre	Fern Green	Sgiolivedrab

**Tabla 21:** Efecto de los sustratos en el color de Bermuda

Mezcla de sustratos	Código	Color de Bermuda	
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	6.33 a	Fern Green
100% compost	S <sub>1</sub>	6.17 a	Fern Green
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	5.83 a	Fern Green
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	5.67 a	Fern Green
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	5.67 a	Fern Green
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	5.33 a	Sgiolivedrab

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

## 4.2.2 Paspalum (*Paspalum vagitum*)

### 4.2.2.1 Crecimiento y biomasa

#### a. Número de raicillas emitidas

Según la Tabla 22, las champitas de Paspalum sembradas en los sustratos S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost), S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) fueron los que mayor emisión de raíces tuvieron. Sin embargo, solo tuvieron diferencias significativas con los sustratos S<sub>1</sub> (100% de compost) y S<sub>6</sub> (50% de aserrín compostado + 50% de compost).

**Tabla 22:** Efecto de los sustratos en el número de raicillas emitidas de Paspalum.

Mezcla de sustratos	Código	Número de raicillas emitidas de Paspalum (8 DDS)
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	8.05 a
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	7.97 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	7.58 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	5.20 ab
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	3.53 b
100% compost	S <sub>1</sub>	2.12 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Aquí se evidenció que el crecimiento del *Paspalum* en sustratos con CE menor e igual a 15.1 dS/m tenían raicillas largas, vigorosas, de color blanquecina e inclusive en los tratamientos en los que había malla raschel, las raicillas habían empezado a entrelazarse con la malla. Por otro lado, el césped que creció en sustratos con una CE mayor a 15.1 dS/m presentó raíces quemadas y cortas. Sin embargo, el S<sub>2</sub> no tuvo diferencias con aquellos sustratos con una CE menor o igual a 15.1 dS/m, pero numéricamente si las hubo. En general el estrés salino restringe el crecimiento de las plantas. Niveles excesivamente elevados de salinidad causan la necrosis de células del sistema radical y de la parte aérea. Este conjunto de daños permanentes puede producir la muerte de la planta (Reigosa *et al.*, 2003).

La alta CE de los sustratos 100% compost (20.1 dS/m), 50% aserrín compostado + 50% compost (16.2 dS/m) y 70% compost + 30% fibra de coco (17.6 dS/m) causaron daños iniciales a los pelos radiculares. Según Marcum (2004) la tolerancia a la salinidad a menudo difiere con la etapa de desarrollo de la planta como plántula, juvenil ó madura. Igualmente, Cadahia (2005) menciona que la respuesta de las plantas a la salinidad depende de la edad de la planta, de las condiciones ambientales, de las prácticas de manejo del cultivo y de las características de la especie. En general para todas las especies las fases de germinación y crecimiento inicial son las más sensibles a las sales.

Es necesario mencionar que no se pudo realizar otra evaluación del número de raicillas emitidas, debido al fuerte entrelazamiento de estas con la malla raschel. En tanto, las que no tuvieron malla raschel, se fueron entrelazando con las raíces vecinas. Para esta evaluación era necesario extraer las champitas de los sustratos, por ende, hubiese sido perjudicial una segunda evaluación pues se hubiera generado daño de las raíces formadas.

#### **b. Porcentaje de prendimiento inicial y final (%)**

A los 12 días después de la siembra (DDS), se empezaron a notar los primeros brotes laterales. A los 21 DDS ya se observaba que las parcelas con 100% compost eran las de menor prendimiento. La primera evaluación de prendimiento, realizada a los 26 DDS, confirmó que sustrato a base de 100% compost (S<sub>1</sub>) presentaba un prendimiento significativamente menor que el resto de tratamientos, salvo con el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) con quien no tuvo diferencias.

**Tabla 23:** Efecto de los sustratos en el porcentaje de prendimiento inicial y final de Paspalum (%).

Mezcla de sustratos	Código	Porcentaje de prendimiento inicial de Paspalum (%) (26 DDS)	Porcentaje de prendimiento final de Paspalum (%) (50 DDS)
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	76.68 a	97.78 a
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	76.60 a	91.13 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	69.29 a	97.62 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	64.86 a	95.57 a
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	59.36 ab	89.82 a
100% compost	S <sub>1</sub>	46.63 b	91.22 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan)

Como se observa, el sustrato que tuvo un mayor prendimiento fue S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) debido a que fue uno de los sustratos con menor contenido de sales (13.8 dS/m), alta aireación (32.15 %) y alta porosidad total (77.15 %). Asimismo, estos resultados están asociados a la evaluación número de raicillas, ya que este sustrato fue el que presentó un mayor número de raicillas. Por tanto, también se cumplió que los sustratos con una CE menor que 15.1 dS/m tuvieron el mejor prendimiento.

Con respecto al menor porcentaje de prendimiento de S<sub>1</sub> (100 % compost), Ochoa (2003) menciona que un excesivo nivel de sales solubles en el medio puede provocar muchos problemas. Primero, altas concentraciones de sales solubles pueden provocar el quemado de las raíces primarias de las plántulas emergentes, presentándose una mayor mortandad en las zonas del sustrato que estén secas (debido a que no hay lavado de sales). Las hojas se vuelven necróticas en algunos casos a lo largo de todo el margen y en otros como manchas circulares, colateralmente se pueden presentar deficiencias de ciertos nutrientes debido a que el sistema radicular dañado no puede realizar una absorción normal. Es necesario resaltar que el Paspalum es una especie tolerante a las sales, en virtud de la cual su recuperación frente a un sustrato con alta conductividad eléctrica es mayor.

Los tratamientos con menor porcentaje de prendimiento presentaban algunas zonas deterioradas, pero con presencia de brotes y lento desarrollo radicular y algunas zonas secas sin desarrollo alguno. Para lograr el objetivo del enrollamiento final del tepe, lo recomendable fue cambiar el material vegetativo en las zonas dañadas por uno nuevo y

dotarlo del agua necesaria para un prendimiento inmediato. A los 36 DDS se resembró en estas zonas e inmediatamente se procedió a regar, para evitar su deshidratación. Se realizaron orificios para el drenaje (9 orificios por parcela) con el objetivo de disminuir la salinidad en los sustratos.

En la segunda evaluación (50 DDS), todos los tratamientos mostraron un prendimiento similar sin diferencias significativas entre ellos. El lavado de sales más las fertilizaciones foliares ayudaron a que todos los sustratos pudiesen incrementar su prendimiento final. Así el sustrato 100% compost incrementó en un 95.63% para un prendimiento final de 91.2 %; en tanto, 100% aserrín compostado solo incrementó un 18.97 %. El sustrato S<sub>5</sub> incrementó en un 27.52 %, S<sub>3</sub> en 40.89 %, S<sub>2</sub> en 47.35 % y S<sub>6</sub> en un 51.34 %.

### **c. Peso fresco de follaje después de los cortes**

En los dos cortes realizados en la presente investigación (Tabla 24), el peso fresco del follaje fue significativamente mayor en los tratamientos que incluyeron como sustrato a la fibra de coco y al compost: S<sub>1</sub> (100% compost) S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco).

Luego de hacer los orificios para el drenaje de las sales y resembrar en las zonas donde el césped sufrió por el estrés salino, se evaluó el peso fresco de la segunda poda. La prueba de comparación de medias Duncan (Tabla 24) para la variable peso fresco de follaje del 2do corte indicó que los sustratos S<sub>3</sub> (158.52 g), S<sub>1</sub> (150.33 g) y S<sub>2</sub> (116.68 g) fueron estadísticamente similares y los de mayor peso fresco de follaje. Sin embargo, S<sub>3</sub> y S<sub>1</sub> tuvieron un césped con un peso fresco de follaje significativamente mayor que los sustratos S<sub>6</sub> (88.57 g), S<sub>5</sub> (77.65 g) y S<sub>4</sub> (64.22 g).

Del primer al segundo corte hubo una disminución del follaje del orden -22.41 g para S<sub>4</sub>, -61.13 g para S<sub>3</sub>, -67.1 g para S<sub>1</sub>, -78.07 g para S<sub>5</sub>, -151.75 g para S<sub>2</sub>. Sin embargo, S<sub>6</sub> presentó un aumento de 10.55 g. A pesar de que el experimento se realizó en primavera-verano, el crecimiento de *Paspalum* fue lento, por lo que no tuvo tantas podas como en el césped Bermuda y no desarrolló mucho follaje al momento del corte. La disminución en el peso del follaje en el S<sub>2</sub> se puede entonces explicar por el bajo desarrollo de esta especie.

**Tabla 24:** Efecto de los sustratos en el peso fresco de follaje después del corte de Paspalum (g)

Mezcla de sustratos	Código	Peso fresco de follaje (g) del 1er corte de Paspalum (58 DDS)	Peso fresco de follaje (g) del 2do corte de Paspalum (78 DDS)
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	219.65 ab	158.52 a
100% compost	S <sub>1</sub>	217.43 ab	150.33 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	268.43 a	116.68 ab
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	78.02 c	88.57 b
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	155.72 bc	77.65 b
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	86.63 c	64.22 b

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha=0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

En la Tabla 24 puede apreciarse que los sustratos que contenían como elemento principal al aserrín compostado fueron inferiores al peso fresco del follaje de los sustratos que contenían compost, esto debido al poco contenido nutricional de aserrín compostado y a su alta relación C/N que restringió el crecimiento de las plantas.

#### **d. Porcentaje de cobertura (%)**

La Tabla 25 muestra que los tratamientos S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) y S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) fueron los que presentaron mayor porcentaje de cobertura, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, solo el S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) fue significativamente superior a todos los demás tratamientos.

Puede evidenciarse que estos resultados son opuestos a los resultados del número de raicillas y porcentaje de prendimiento inicial, pues aquí los sustratos S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) que se encontraban en las primeras posiciones fueron desplazados por S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) y S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco). Así podría decirse que las plantas que crecieron sobre sustratos en base a aserrín compostado no encontraron tantos nutrientes como en los sustratos a base de compost como para poder desarrollarse foliarmente. Asimismo, el sustrato 100 % compost que tuvo la última posición en las evaluaciones de número de raicillas y porcentaje de prendimiento inicial paso a la cuarta posición en el porcentaje de cobertura. Según AGCSA (2011) la evaluación de cobertura de planta determinó que los efectos de la salinidad son generalmente mayores en la germinación y siembra (material vegetativo) que en la planta madura.



**Tabla 25:** Efecto de los sustratos en el porcentaje de cobertura de *Paspalum* (%)

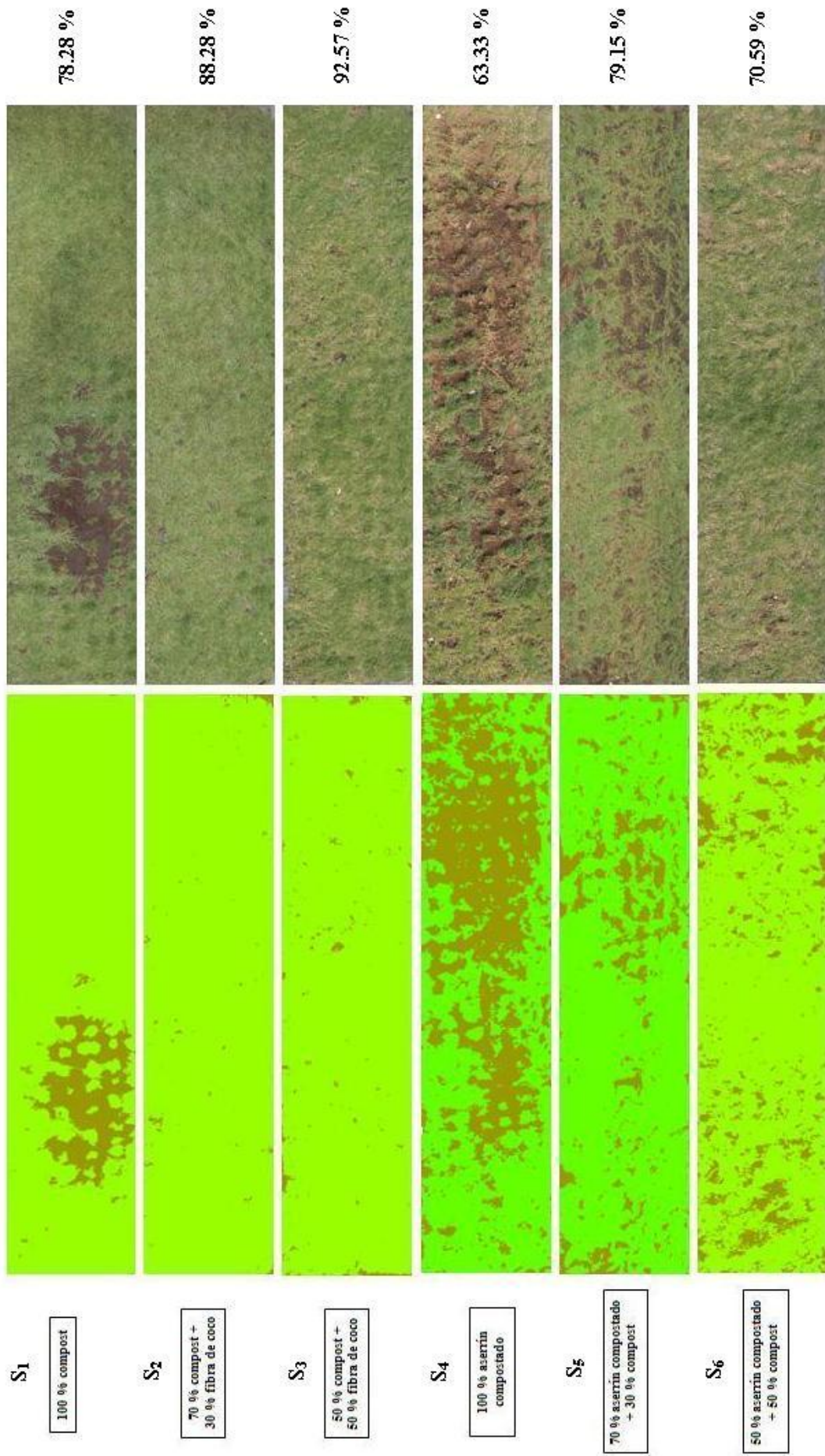
Mezcla de sustratos	Código	% Cobertura de <i>Paspalum</i>
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	92.57 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	88.28 ab
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	79.15 bc
100% compost	S <sub>1</sub>	78.28 bc
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	70.59 cd
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	63.33 d

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Así pues, los sustratos con compost y fibra de coco mostraron los mejores porcentajes de cobertura debido a que la relación C/N de estos sustratos fue inferior a 20, para S<sub>3</sub> fue 7.27 y para S<sub>2</sub> fue de 11.39, lo cual es considerado como óptimo para el cultivo en sustratos y es un indicativo de un material orgánico maduro y estable (Abad *et al.*, 1993). Asimismo, presentaron un nivel alto de CIC, 37.73 meq/100 g para S<sub>3</sub> y 33.98 meq/100 g para S<sub>2</sub>. Esto junto con sus buenas características físicas como la alta porosidad del sustrato, 79.66 % para S<sub>3</sub> y 70.79 % para S<sub>2</sub>, la cual fue dada gracias a la alta porosidad de la fibra de coco (90.38 %). Es necesario mencionar que a pesar de que S<sub>1</sub> tuvo 10.37 de relación C/N, este sustrato no tuvo un alto porcentaje de cobertura debido a su elevada salinidad inicial.

En tanto los sustratos con aserrín compostado se vieron afectados debido a que según Raviv *et al.* (1986) los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros, son debido a tanto una inmovilización de nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizósfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descomponen los materiales orgánicos frescos utilizando el nitrógeno para la síntesis de sus proteínas celulares y el oxígeno para su consumo; la alta relación C/N y su elevado % MO evidencian este hecho. Aquí puede mencionarse que a pesar de que los sustratos a base de aserrín compostado fueron fertilizados foliarmente del mismo modo, los primeros no lograron igual o mayor cobertura que los tratamientos a base de compost y fibra de coco.

Finalmente, gracias al drenaje todos los tratamientos pudieron desarrollarse. Abad *et al.*, (1998) menciona que incremento en la salinidad de un sustrato puede prevenirse o corregirse mediante lixiviación controlada.



**Figura 18:** Porcentaje de cobertura Paspalum

### e. Peso fresco foliar, radicular y total por metro cuadrado de tepes (kg/m<sup>2</sup>)

La Tabla 26 muestra que el peso fresco foliar, radicular y total por metro cuadrado de tepes tuvo diferencias significativas entre algunos sustratos.

**Tabla 26:** Efecto de los sustratos en el peso por m<sup>2</sup> de tepes, foliar y radicular de Paspalum (kg).

Mezcla de sustratos	Código	Peso por m <sup>2</sup> de tepe de Paspalum (kg)	Peso fresco foliar por m <sup>2</sup> de tepe de Paspalum (kg)	Peso fresco radicular por m <sup>2</sup> de tepe de Paspalum (kg)
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	10.57 d	0.34 b	2.62 c
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	12.44 cd	0.29 b	2.80 c
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	13.87 c	0.29 b	3.58 bc
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	16.66 b	0.51 a	5.87 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	18.43 ab	0.58 a	4.57 abc
100% compost	S <sub>1</sub>	20.20 a	0.65 a	5.57 ab

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$ . (Prueba del rango múltiple de Duncan)

Los sustratos que obtuvieron el menor peso/m<sup>2</sup> fueron el S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) y el S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost), sin diferencias significativas entre ellos. Pero solo el S<sub>4</sub> tuvo un peso/m<sup>2</sup> significativamente inferior a los demás tratamientos. Los sustratos con aserrín compostado presentaron un menor peso por m<sup>2</sup> debido a su baja densidad aparente en S<sub>4</sub> (0.24 g/cm<sup>3</sup>) y S<sub>5</sub> (0.45 g/cm<sup>3</sup>); asimismo, los sustratos con compost como componente principal presentaron mayores pesos por m<sup>2</sup> ya que presentaron densidades de 0.60 g/cm<sup>3</sup> para S<sub>2</sub> y 0.78 g/cm<sup>3</sup> para S<sub>1</sub>.

Los sustratos que obtuvieron un mayor peso fresco foliar por m<sup>2</sup>, fueron los tratamientos S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), sin diferencias significativas entre ellos. Por el contrario, los tratamientos a base de compost y aserrín compostado (S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> y S<sub>6</sub>) fueron significativamente inferiores a los anteriores.

Los sustratos que obtuvieron un mayor peso fresco radicular por m<sup>2</sup>, fueron también los tratamientos S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, hay que mencionar que tratamiento S<sub>3</sub> fue el único que mostró diferencias significativas con el resto de tratamientos S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado), S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) y S<sub>6</sub> (50% de aserrín compostado+50% compost).

Investigaciones con diferentes tipos de compost de elevada salinidad, confirman la posibilidad de empleo de compost como componente de sustratos, por su efecto positivo a través del aporte de diversos nutrientes y de la mejora de las propiedades físicas del sustrato, siempre que se reduzca la fitotoxicidad producida por los elevados valores de CE y de la concentración de cloruros, mediante el lavado de las sales por el agua de riego (Ansorena, 2010). A pesar de que en un inicio los sustratos a base de compost no parecían una buena opción, tras la apertura de orificios para el lavado de sales se evidenció mejoras en las características de los céspedes crecidos en estos sustratos, esto debido a sus altos valores de CIC, baja relación C/N, bajo % MO y alto contenido de nutrientes.

#### **4.2.2.2 Enrollamiento**

Para formar el entramado de las raíces fue necesario el fuerte entrelazamiento de estas en una sólida alfombra. El crecimiento de las raíces se dio porque en el meristemo existe una constante división celular produciendo células que para su crecimiento secretan mucigel sobre su superficie para estar lubricadas y poder desplazarse dentro del sustrato en busca de agua y nutrientes minerales (Salisbury, 1994). Igualmente, las raíces para poder desarrollarse necesitan un medio de crecimiento que les brinde las condiciones físicas, químicas y biológicas que estas demandan. Si el medio no es adecuado, las raíces demandarán una mayor energía para poder crecer (Jaulis, 2013).

Así la Tabla 27 mostró que el porcentaje de enrollamiento tuvo diferencias significativas entre algunos sustratos.

Los sustratos que mostraron mayor porcentaje de enrollamiento fueron S<sub>1</sub> (100% compost), S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco), S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco), sin diferencias significativas entre ellos. El resto de sustratos fueron significativamente inferiores en su capacidad de enrollamiento, salvo el S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) que mostró una capacidad de enrollamiento similar a los tres primeros.

**Tabla 27:** Efecto de los sustratos en el porcentaje de enrollamiento de Paspalum (%)

Mezcla de sustratos	Código	% Enrollamiento de Paspalum
100% compost	S <sub>1</sub>	100.00 a
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	100.00 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	100.00 a
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	92.83 ab
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	87.5 b
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	76 c

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Estos resultados contradicen los resultados de número de raicillas y prendimiento inicial en los cuales los sustratos de aserrín compostado obtuvieron las primeras posiciones, pero como en la evaluación de porcentaje de cobertura, los sustratos en base de compost fueron los que dieron mejores resultados. Debido a las apropiadas características físicas, químicas y biológicas del compost y la adición de fibra de coco en él, es que se generó un mayor desarrollo radicular. Por el contrario, la alta relación C/N del aserrín compostado inmovilizó el nitrógeno a las plantas ralentizando su desarrollo radicular.

Es necesario mencionar que la manta plástica que impermeabilizó el terreno permitió el desarrollo lateral de las raíces, las cuales se entrelazaron entre ellas formando una especie de malla resistente a rupturas al momento de su enrollado. Esto coincide con Casas (2009) que encontró que los lienzos de plástico sobre los cuales se habían depositado el sustrato y las semillas, impidieron que las raíces se inserten en el terreno y las obligaban a crecer horizontalmente donde a medida que se desarrollaban iban enredándose y formando una malla que le otorgaba una alta resistencia a la alfombra formada.

Los dos tipos de aislantes no mostraron diferencias significativas entre ellos para la variable porcentaje de enrollamiento (Tabla 28). Se puede evidenciar que el uso de malla raschel como medio de mayor entrelazamiento de raíces no es necesario. El entramado natural de las raíces fue suficiente para poder obtener alfombras de césped.

**Tabla 28:** Efecto del tipo de aislante en el porcentaje de enrollamiento de Paspalum (%).

Tipo de aislante	Código	% Enrollamiento de Paspalum
manta plástica+ malla raschel	m <sub>2</sub>	93.61 a
manta plástica	m <sub>1</sub>	92.06 a

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

#### 4.2.2.3 Calidad visual e Intensidad de color

##### a. Calidad visual

La Tabla 29 indicó que la calidad visual tuvo diferencias significativas entre algunos sustratos.

**Tabla 29:** Efecto de los sustratos en la calidad visual de Paspalum.

Mezcla de sustratos	Código	Calidad visual de Paspalum
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	9 a
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	9 a
100% compost	S <sub>1</sub>	8.75 a
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	7 b
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	5.58 c
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	4.75 d

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

Los sustratos S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) y S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) con una calidad visual de 9 y S<sub>1</sub> (100% compost) con una calidad visual de 8.75 no mostraron diferencias significativas entre ellos; sin embargo, los sustratos S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> y S<sub>1</sub> tuvieron un césped con una calidad visual significativamente mayor que S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) con calidad visual de 7, S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 5.58 y S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) con 4.75.

Los sustratos S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>1</sub> y S<sub>6</sub> se encontraron dentro del rango de céspedes ideales y presentaron una mejor calidad visual. El sustrato S<sub>5</sub> fue considerado como un césped con una calidad mínima aceptable; sin embargo, S<sub>4</sub> se encontró por debajo del mínimo, pero no llegó a ser un césped inservible.




Trenholm *et al.* (2001) sugirieron que una tasa de aplicación de N de 196 a 392 kg/ ha/año mejoró la calidad visual, el color y la densidad en dos cultivares de *Paspalum vaginatum*. Estos resultados coinciden con los resultados de Vargas (2010) y en conjunto sugieren que una diferencia entre los cultivares de *Paspalum* en la calidad visual se produce a una alta tasa de nitrógeno (por encima de 196 kg de N/ ha/año).

A pesar que todas las plantas fueron fertilizadas foliarmente con la misma cantidad de Nitrógeno, el alto contenido de nitrógeno propio de los sustratos S<sub>2</sub> (87.28 g/m<sup>2</sup>), S<sub>3</sub> (102.84 g/m<sup>2</sup>) y S<sub>1</sub> (122.06 g/m<sup>2</sup>) les permitió conseguir los valores más altos en calidad visual. Asimismo, S<sub>6</sub> se encontró dentro del rango de césped ideal por los 81.34 g/m<sup>2</sup> de Nitrógeno que contuvo su sustrato. Por lo contrario, los sustratos S<sub>5</sub> (59.14 g/m<sup>2</sup>) y S<sub>4</sub> (27.75 g/m<sup>2</sup>) presentaron menor calidad visual por las menores cantidades de Nitrógeno por m<sup>2</sup>. Según Vargas (2010) la aplicación de una alta tasa de nitrógeno no afecta el crecimiento vegetativo, pero incrementa la calidad visual, color, densidad y tolerancia.

### b. Intensidad de color

Las Tablas 30 y 31 muestran que la variable intensidad de color no tuvo diferencias significativas entre los sustratos.

**Tabla 30:** Nombres de los colores de *Paspalum* según su puntuación.

Color			
Código	146A	146B	144A
Puntuación	6	5	4
Nombre	Venom Green	Fern Green	Jack Pine

**Tabla 31:** Efecto de los sustratos en el color de *Paspalum*.

Mezcla de sustratos	Código	Color de <i>Paspalum</i>	
100% compost	S <sub>1</sub>	6.33 a	Venom Green
70% compost + 30% fibra de coco	S <sub>2</sub>	5.67 a	Venom Green
70% aserrín compostado + 30% compost	S <sub>5</sub>	5.67 a	Venom Green
50% compost + 50% fibra de coco	S <sub>3</sub>	5.00 a	Fern Green
100% aserrín compostado	S <sub>4</sub>	4.50 a	Fern Green
50% aserrín compostado + 50% compost	S <sub>6</sub>	4.33 a	Jack Pine

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha = 0.05$  (Prueba del rango múltiple de Duncan).

La puntuación correspondiente a S<sub>6</sub> (50% aserrín compostado + 50% compost) fue de 4.33 lo que se vio traducido como un verde ligeramente más claro (Jack Pine) que S<sub>1</sub> (100% compost) con 6.33, S<sub>2</sub> (70% compost + 30% fibra de coco) con 5.67, S<sub>5</sub> (70% aserrín compostado + 30% compost) con 5.67 los cuales correspondían a una coloración un poco más oscura (Venom Green). Por otro lado, S<sub>3</sub> (50% compost + 50% fibra de coco) con una puntuación de 5.00 y S<sub>4</sub> (100% aserrín compostado) con 4.50 se vieron traducidas como una coloración Fern Green (una coloración intermedia entre Venom Green y Jack Pine). El rango de color en el que se encontró Paspalum fue un verde vigoroso y aceptable para la comercialización. Así puede mencionarse que el color es uno de los parámetros más relevantes para la evaluación de céspedes. Aunque existen herramientas para efectuar mediciones cuantitativas, usualmente se utilizan estimaciones visuales (Landschoot y Mancino, 1997; Wiest *et al.*, 1997).

### **4.3 COSTO DE PRODUCCIÓN**

#### **4.3.1 Costo de producción por metro cuadrado de Bermuda y Paspalum**

En cuanto a los costos de producción de Bermuda (Tabla 32) y Paspalum (Tabla 33), estos variaron de acuerdo a los tratamientos. En general, los costos de producción para los tratamientos con malla raschel fueron mayores en Bermuda (T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>12</sub>) y Paspalum (T<sub>16</sub>, T<sub>17</sub>, T<sub>18</sub>, T<sub>22</sub>, T<sub>23</sub>, T<sub>24</sub>) debido a la malla en sí, un soporte adicional para poder tener un mejor enrollamiento de tepe, y a la instalación de esta en campo. La malla raschel necesitó ser cortada y tendida en el campo para lo cual se requirió la contratación de más jornales.



**Tabla 32:** Costo de producción por metro cuadrado de Bermuda (S/).

I. COSTOS DIRECTOS	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10		T11		T12	
	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
Materiales	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2.75	16.05	2.75	12.44	2.75	10.86	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2.75	16.83	2.75	16.42	2.75	16.26
Riego	4.17	28.96	4.17	21.52	4.17	18.47	4.17	24.31	4.17	18.84	4.17	16.46	4.17	30.66	4.17	29.76	4.17	29.42	4.17	25.50	4.17	24.87	4.17	24.64
Volumen de sustrato	4.00	27.80	8.80	45.45	12.00	53.18	4.00	23.34	8.80	39.80	12.00	47.41	3.20	23.55	3.44	24.57	3.60	25.42	3.20	19.58	3.44	20.53	3.60	21.29
Material de propagación	1.67	11.58	1.67	8.61	1.67	7.39	1.67	9.72	1.67	7.54	1.67	6.58	1.67	12.26	1.67	11.90	1.67	11.77	1.67	10.20	1.67	9.95	1.67	9.85
Mano de obra 2	0.87	6.03	1.04	5.38	1.04	4.62	0.87	5.06	1.04	4.71	1.04	4.12	0.87	6.39	1.04	7.44	1.04	7.35	0.87	5.31	1.04	6.22	1.04	6.16
Productos químicos	3.69	25.63	3.69	19.05	3.69	16.34	3.69	21.52	3.69	16.68	3.69	14.57	3.69	27.14	3.69	26.34	3.69	26.04	3.69	22.57	3.69	22.01	3.69	21.81
<b>TOTAL</b>	<b>14.39</b>	<b>100.00</b>	<b>19.36</b>	<b>100.00</b>	<b>22.56</b>	<b>100.00</b>	<b>17.14</b>	<b>100.00</b>	<b>22.11</b>	<b>100.00</b>	<b>25.31</b>	<b>100.00</b>	<b>13.59</b>	<b>100.00</b>	<b>14.00</b>	<b>100.00</b>	<b>14.16</b>	<b>100.00</b>	<b>16.34</b>	<b>100.00</b>	<b>16.75</b>	<b>100.00</b>	<b>16.91</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 33:** Costo de producción por metro cuadrado de Paspalum (S/).

I. COSTOS DIRECTOS	T13		T14		T15		T16		T17		T18		T19		T20		T21		T22		T23		T24	
	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
Materiales	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2.75	16.95	2.75	12.98	2.75	11.27	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2.75	17.83	2.75	17.37	2.75	17.19
Riego	4.17	30.93	4.17	22.59	4.17	19.25	4.17	25.69	4.17	19.66	4.17	17.08	4.17	32.89	4.17	31.85	4.17	31.46	4.17	27.02	4.17	26.32	4.17	26.05
Volumen de sustrato	4.00	29.70	8.80	47.71	12.00	55.44	4.00	24.66	8.80	41.52	12.00	49.19	3.20	25.26	3.44	26.29	3.60	27.18	3.20	20.75	3.44	21.73	3.60	22.51
Material de propagación	0.05	0.39	0.05	0.29	0.05	0.24	0.05	0.33	0.05	0.25	0.05	0.22	0.05	0.42	0.05	0.40	0.05	0.40	0.05	0.34	0.05	0.33	0.05	0.33
Mano de obra 2	1.56	11.60	1.74	9.41	1.74	8.02	1.56	9.63	1.74	8.19	1.74	7.12	1.56	12.33	1.74	13.27	1.74	13.11	1.56	10.13	1.74	10.96	1.74	10.86
Productos químicos	3.69	27.38	3.69	20.00	3.69	17.04	3.69	22.74	3.69	17.40	3.69	15.12	3.69	29.11	3.69	28.19	3.69	27.85	3.69	23.92	3.69	23.29	3.69	23.06
<b>TOTAL</b>	<b>13.47</b>	<b>100.00</b>	<b>18.44</b>	<b>100.00</b>	<b>21.64</b>	<b>100.00</b>	<b>16.22</b>	<b>100.00</b>	<b>21.19</b>	<b>100.00</b>	<b>24.39</b>	<b>100.00</b>	<b>12.67</b>	<b>100.00</b>	<b>13.08</b>	<b>100.00</b>	<b>13.24</b>	<b>100.00</b>	<b>15.42</b>	<b>100.00</b>	<b>15.83</b>	<b>100.00</b>	<b>15.99</b>	<b>100.00</b>

La elección de un sustrato en particular se determina por su disponibilidad en la zona, bajo costo, el tipo de cultivo, así como por sus características físicas y químicas (Caso, 2001). En este caso, los tratamientos con aserrín compostado, tanto en Bermuda (T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>12</sub>) como en Paspalum (T<sub>19</sub>, T<sub>20</sub>, T<sub>21</sub>, T<sub>22</sub>, T<sub>23</sub>, T<sub>24</sub>) fueron los de menor costo de producción. Este bajo costo de producción se debió a que su precio por metro cúbico fue de S/ 160.00; en cambio, el compost y la fibra de coco presentaron costos mayores, S/ 200.00 y S/ 1000.00 respectivamente, sobretodo la fibra de coco (casi 5 veces mayor que el compost y el aserrín compostado). Asimismo, los tratamientos que contenían compost y fibra de coco fueron los más caros por metro cuadrado, tanto con malla raschel como sin malla.

Los tratamientos que contuvieron 100% aserrín compostado sin malla raschel (T<sub>7</sub>, T<sub>19</sub>) fueron los de menor costo por metro cuadrado porque no se necesitó de mezclas previas, ni malla raschel, ni la instalación de dicha malla.

El costo de producción de Paspalum fue menor que en Bermuda, esto principalmente al material de propagación. El costo de semillas por metro cuadrado para Bermuda fue de S/ 1.67; en cambio, el costo para Paspalum fue de S/ 0.05. Sin embargo, la siembra de Bermuda fue una actividad sencilla que solo necesitó de 1 jornal para poder terminar de sembrar todo el campo (S/ 0.17/m<sup>2</sup>), a comparación de la siembra de Paspalum que requirió una mayor cantidad de jornales, en promedio de 5 a 8 para el acondicionamiento de las champitas y su siembra (S/ 0.87/m<sup>2</sup>).

Si se compara los costos de producción de este sistema con el sistema convencional, puede notarse que a este sistema le faltan ajustes en el volumen de sustratos utilizados, la cantidad de material vegetativo, la cantidad y tipo de fertilizantes, la frecuencia de fertilización, la cantidad de jornales por actividad y el sistema de riego para que sea un sistema rentable. En la producción convencional uno puede encontrar champas de grass de Bermuda y Paspalum a S/ 9.00 el metro cuadrado; por lo tanto, este sistema debe reformular algunos aspectos para tener costos bajos de producción.

Finalmente, en la mayoría de los tratamientos, a excepción de aquellos con compost + fibra de coco, el rubro “riegos” fue el que mayor porcentaje representó de los costos directos. Es necesario mencionar que la compra de agua potable (camión cisterna) fue un costo necesario para la realización de este proyecto pues las aguas de la Universidad no contaban

con la calidad suficiente; sin embargo, si se redujera este rubro, los costos podrían reducirse de 16.46 % a 30.66 % para Bermuda y de 17.08 % a 32.89 % para Paspalum. Otro factor importante que hizo que los costos por metro cuadrado fuesen tan altos fue el uso del fertilizante foliar Coron. La aplicación de este producto representó el 42.27% del costo de los productos químicos (Anexos 31 al 54). Es así que, reduciendo el valor de estos dos factores, los costos de producción de todos los tratamientos podrían disminuir en S/ 5.73 por metro cuadrado (S/ 4.17 del agua de riego más S/ 1.56 del Coron). Finalmente el factor altura de la capa de medio de crecimiento se podría reducir de 2 cm a 1.5 cm (reducción del 25 %), disminuyendo así también los costos por m<sup>2</sup> entre S/1.00 para el sustrato 100% compost, S/ 2.20 para 70%compost+30%fibra de coco, S/ 3 para 50%compost+50%fibra de coco, S/ 0.8 para 100% aserrín compostado, S/ 0.86 para 70% aserrín compostado+ 30%compost y S/ 0.9 para 50% aserrín compostado+50%compost.

#### **4.4 COMPARACIONES FINALES: BERMUDA VS PASPALUM**

Morfológicamente, Paspalum es similar a Bermuda. Ambas especies se propagan rápidamente por estolones y rizomas para formar un césped denso y de textura fina con un sistema radicular profundo. Al igual que los céspedes híbridos de Bermuda, el Paspalum es tolerante a bajas alturas de corte (<1/2 pulgada) (Brosnan *et al.*, 2008).

A pesar de que el proyecto se realizó en el verano, el césped Paspalum mostró una baja altura de planta, más rastrero, por lo tanto, se requirió menos podas en comparación con Bermuda que tuvo un excesivo crecimiento foliar. Esto se traduce en un menor mantenimiento y una menor inversión en jornales.

Casas (2009), menciona que cuando el césped alcanzó el estado de cosecha se procedió a su retiro mediante el enrollamiento. Dado que la alfombra de césped se generó sobre una manta plástica permitió que las raíces se entrelazaran fuertemente proporcionándole una durabilidad extrema. Asimismo, entre las dos especies sembradas se evidenció que Paspalum tuvo raíces más gruesas debido al crecimiento rizomatozo del material vegetativo; en cambio, el desarrollo radicular de Bermuda fue con raíces más finas debido a la germinación de las semillas. Brosnan *et al.* (2008) resalta que los estolones y rizomas de Paspalum a menudo son mucho más gruesos que los de Bermuda. Asimismo, Vargas (2010) menciona que Paspalum produce mayor cantidad de masa radicular que Bermuda,

esto no se evidenció en este trabajo, ya que Bermuda produjo una mayor cantidad de masa radicular que Paspalum por metro cuadrado.

Una diferencia en el color se observó entre ambos céspedes. Paspalum produce un color verde más persistentes que los cultivares de Bermuda (Vargas, 2010). Asimismo, luego de las fertilizaciones foliares, el césped Paspalum fue el que reaccionó más rápido a su efecto. Luego de dos semanas de empezar con las aplicaciones foliares, el césped Bermuda aún continuaba con las coloraciones púrpuras en la base de las plantas; en cambio, a los 3 días, estas coloraciones ya no eran visibles en los estolones de Paspalum.

Paspalum ha sido sugerido de tener excelente tolerancia a altos niveles de sales encontrado en agua reciclada, aguas residuales y agua de mar después de haber sido establecido y también requiere menos fertilizante e irrigación que muchos otros grasses como Bermuda (Vargas, 2010). Asimismo, Paspalum toma 50 % menos agua y requiere 75 % menos fertilización de nitrógeno que Bermuda (Environmental Turf, 2009). En tanto, Vargas (2010) encontró que, aunque Paspalum recibió aplicaciones de nitrógeno inferiores a los pastos Bermuda híbrida, ellos produjeron mayor materia seca de la raíz y esto explicaría la mayor calidad visual del césped.

La producción total de las alfombras de grass fue de cuatro meses; sin embargo, Casas (2009) realizó el proceso completo de producción de la alfombra de 1,5 meses en época de primavera y verano y de 2,5 meses en época de otoño e invierno. Esta diferencia en tiempos se debió a los problemas iniciales de salinidad. Definitivamente, el tiempo de producción actual puede ser disminuido usando sustratos de menos de 15 dS/m de CE.

Así Brosnan *et al.* (2008) menciona que Paspalum debería ser seleccionado sobre Bermuda para áreas costeras cerca al mar. Esto se evidencia en los problemas salinos que se tuvo en la instalación. La germinación de las semillas se vio más afectada que el prendimiento de las champitas.



Tepe enrollado de Bermuda



Tepe enrollado de Paspalum

**Figura 19:** Comparaciones finales de la producción de Bermuda y Paspalum

## V . CONCLUSIONES

- En el sistema de tepes en sustratos no se necesitará tener suelos agrícolas de buena calidad ya que no daña la capa vegetal al no utilizar suelo de cultivo.
- Los céspedes de Bermuda (T<sub>3</sub>) y Paspalum (T<sub>15</sub>) sembrados en el sustrato 50% compost + 50% fibra de coco presentaron un mayor porcentaje de cobertura, mayor desarrollo de follaje y de raíz, un alto grado de entrelazamiento de raíces y buena calidad visual.
- El entrelazado de las raíces permite tener un tepe compacto, sin pérdida de sustrato y sin daño a las raíces.
- No es necesaria la instalación de una malla raschel para el enrollamiento de los tepes.
- El 100% aserrín compostado presentó el menor peso por m<sup>2</sup>, pero no tuvo un buen desarrollo foliar, radicular y de entrelazamiento.
- A pesar del daño inicial causado por las sales en la germinación y prendimiento de esquejes, el compost posee propiedades físicas y químicas favorables para el desarrollo y crecimiento del cultivo de césped en tepes.
- La producción de tepes en sustratos se dio en 4 meses, pero este tiempo puede ser reducido a 3 meses en verano, así puede estimarse 4 cosechas al año.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Hacer evaluaciones del cultivo de Bermuda y Paspalum en épocas de invierno.
- Buscar una alternativa de sustrato ligero para reemplazar a la fibra de coco y reducir costos.
- Reducir el espesor del sustrato para reducir el peso y costo por metro cuadrado.
- Realizar trabajos de investigación en postcosecha de tepes. Así como evaluaciones que permitan determinar el comportamiento en campo definitivo.
- Realizar análisis previos de cada uno de los componentes de sustrato para determinar las características físicas y químicas para realizar las enmiendas necesarias antes de las siembras.
- Implementar el uso de maquinaria agrícola para la siembra y mantenimiento del cultivo de tepes en sustrato, para agilizar los procesos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. In: Cultivos Sin suelo. F. Canóvas y J.R. Díaz (eds.) Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. pp 47-62.
- Abad, M.; Fornes, F.; Carrión, C.; Noguera, V.; Noguera, P.; Maquieira, A.; Puchades, R. 2005. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. HortScience, 40 (7).
- Abad, M; Martínez, P.; Martínez, M. 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Actas de Horticultura 11.
- Abad, M.; Noguera, P. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. En: Cadahía, C. (Ed.) Fertirrigación, Cultivos hortícolas y ornamentales, 2º Ed. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.
- Abad, M.; Noguera, P. Puchades, R., Maquieira, A.; Noguera, V. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants. Bioresource Technology.
- Alabama S.A. 2015. Ficha técnica Césped Bermuda.
- Anca, A. 2003. Producción y comercialización de plantas ornamentales en la zona sur de Lima. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Andrews, M.; Sprent, J.; Raven, J.; Eady, P. 1999. Relationships between shoot to root ratio, growth and leaf solubleprotein concentration of *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris* and *Triticum aestivum* under different nutrient deficiencies. Plant, Cell and Environment 22, 949–958
- Ansorena, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Añaños, R.; Lozano, O.; Santa Cruz, Y. 2004. Elaboración de criterios técnicos de calidad para la producción de compost. Tesis Ing. Agr. y Blgo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- AGCSA (Australian Golf Course Superintendents Association). 2011. Accedido el 4 de octubre del 2015 en: <http://water.agcsa.com.au/turfgrass-tolerance-salinity>



- Barbaro, L.; Karlanian, M. y Mata, D. 2014. Manual: Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. INTA-Instituto de Floricultura-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Barker, A.; O'Brien, T. 1996. Evaluation of ammonium and soluble salts on grass sod production in compost. I. Addition of ammonium or nitrate salts. University of Massachusetts, Amherst, MA.
- Brosnan, J.; Deputy, J. 2008. Turf Management-Seashore Paspalum. University of Hawai. Department of Tropical Plant and Soil Sciences.
- Bunt, A. 1983. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particles size and bulk density for potting substrates. Acta Hort. 150: 143-153.
- Burés, S. 1997. Sustratos. Madrid: Ediciones Agrotécnicas S.L.
- Burés, S. 2002. Informe sobre la Industria Hortícola. Sustratos: Propiedades físicas, químicas y biológicas. España.
- Cadahia, C. 2005. Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, frutales y ornamentales. Mundi-Prensa.
- Calderón, F.; Cevallos, F. 2003. Los sustratos. Accedido el 4 de octubre del 2015 en: [http://www.drcaalderonlabs.com/Publicaciones/Los\\_Sustratos.htm](http://www.drcaalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)
- Carrasco, N. 2009. Evaluación de tres diferentes tipos de sustratos (bagacillo, aserrín e ichu picado) en la producción de EM-Compost. Tesis Ing. Amb. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Casas, M. 2009. Un método para el cultivo, conservación, mantención e instalación de prado express en invernaderos o recintos cerrados, para obtener una alfombra de césped natural. World Intellectual Property Organization- WO 2009150551 A2. Express Grass, L.L.C.
- Caso, C. 2001. Evaluación de sustratos sobre el crecimiento de fresas hidropónicas. Tesis Blgo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castro, M.; Juárez, H. 2007. Propuesta metodológica de protección de zonas agrícolas en zonas peri-urbanas de Lima Metropolitana. Colegio de Arquitectos del Perú Consejo Nacional – Consejo Regional Arequipa. X Congreso Nacional de Arquitectos Arequipa, 26, 27 y 28 de septiembre del 2007.
- Castro, S.; Hermoza, A.; Silva, P. 2006. Utilización de los residuos de la Industria Forestal: Aserrín, para la elaboración de compost. Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Christians, N. 2004. Fundamentals of Turfgrass Management. Iowa State University. John Wiley&Sons, Inc. New Jersey. Second Edition.
- Cisar, J and Snyder, G. 1992. Sod Production on a Solid-waste Compost over Plastic. HortScience vol. 27 no. 3 219-222
- D.S. 017- 2009-AG del 02 de septiembre del 2009. Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor. MINAGRI.
- Decker, H. 1989. Growing sod over plastic: turf in five weeks. Landscape Management, 28:68–70.
- Decker, H. 1991. Compost use in sod production. BioCycle.p. 64-65.
- Duple, R. 1990. "Turfgrass Rootzones", Texas Turfgrass, 43(1):20-26.
- Economic Intelligence Unit y Siemens AG. 2010. Índice de Ciudades Verdes de América Latina. Munich- Alemania.
- El Comercio. 2015. Mayoría de limeños insatisfechos por el déficit de áreas verdes. Accedido el 24 de diciembre del 2015 en: <http://elcomercio.pe/lima/ciudad/mayoria-limenos-insatisfechos-deficit-areas-verdes-noticia-1801368>
- El Comercio. 2015. Lima tiene un déficit de 385 mil viviendas y áreas verdes. Accedido el 24 de diciembre del 2015 en: [http://elcomercio.pe/lima/ciudad/lima-tiene-deficit-385-mil-viviendas-y-areas-verdes-noticia1752022?ref=nota\\_lima&ft=mod\\_leatambien&e=titulo](http://elcomercio.pe/lima/ciudad/lima-tiene-deficit-385-mil-viviendas-y-areas-verdes-noticia1752022?ref=nota_lima&ft=mod_leatambien&e=titulo)
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). 2003. Accedido el 29 de diciembre del 2015 en: <http://labimagem.cnpdia.embrapa.br/Ferramentas.aspx?ferramenta=3>
- Environmental Turf. 2009. Environmentally Friendly Grasses. Accedido el 4 de octubre del 2015 en: <http://www.environmentalturf.com/index.html>
- FAO. Montes 131. 1996. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Accedido el 4 de octubre del 2015 en: <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s04.htm>
- Fonteno, C. 1999. Sustratos: tipos y propiedades fisicoquímicas. En: Reed, D. (Ed.) Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero. Bogotá: Ball Publishing- HortiTecnia Ltda.
- Garcia, S. 2006. Insectos y otros artrópodos plaga asociados al "pasto Bermuda" (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en cuatro lugares de Lima, Perú. Rev. Perú. Entomol. 45: 79 - 82.

- Golueke, C. 1972. Composting: A study of the process and its principles. Emmaus: Rodale Press, Inc.
- Gonzáles- Murillo, A.; Flórez, J; Guzmán, M.; Quintero, F. 2009. Physical evaluation of four substrates for cut- rose crops. *Acta Horticulturae*, 843: 349- 358.
- Gruda, N.; Rocks, T.; Schmidt, U. 2008. CO<sub>2</sub> concentration in the root zone of vegetables, cultivated in organic substrates. *Acta Horticultura*, 801: 1063-1068.
- Guerrero, B. 1993. Abonos Orgánicos. Tecnología para el Manejo Ecológico de Suelos. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos RAAA. Lima- Perú.
- Heard, R. 1988. Pre-grown lawn turf product and method of growing. United States Patent 4,716,679
- HTML color codes and names. Accedido el 14 de octubre del 2015 en: <http://www.computerhope.com/htmcolor.htm>
- Huang, B. 2008. Turfgrass water requirements and factors affecting water usage, p.193–205. En: J.B. Beard and M.P. Kenna (eds.). Water quality and quantity issues for turfgrass in urban landscapes. Council Agr. Sci. Technol. Spec. Publ. No. 27.
- Jaulis, J. 2013. Insumos orgánicos en la preparación de sustratos para crecimiento de dos especies ornamentales. Tesis Mg Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Keeling, A.; Paton, I. y Mullett, J. 1994. Germination and growth of plants in media containing unstable refuse-derived compost. *Soil Biol. Biochem.* 26:767–772.
- Krishnamurthy, L.; Rente, J. 1997. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe, Banco Interamericano de Desarrollo. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Landschoot, P.; Mancino, C. 1997. Assesment of the Minolta CR 310 chroma meter for predicting nitrogen status of *Agrostis stolonifera* L. *Int. Turfgrass Soc. Res. Journal* 8:711-718.
- Lesur, L. 2012. Manual de jardinería: una guía paso a paso. Editorial Trillas. México D.F. Pág. 22-26,28
- Ley N° 27314. 2004. Ley General de Residuos Sólidos. Decreto Supremo N° 057-2004-PCM.
- Liceta, J. 2012. Formulación y evaluación de sustratos para la producción de almácigos en hortalizas bajo condiciones de ambiente semicontrolado. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Linde, D.; Hepner, L. 2005. Turfgrass Seed and Sod Establishment on Soil Amended with Biosolid Compost. HortTechnology July-September vol. 15 no. 3 577-583
- Lima cómo vamos. 2011. Evaluando la gestión en Lima. Primer Informe de Resultados sobre Calidad de Vida. Accedido el 4 de octubre del 2015 en: <http://www.limacomovamos.org/pdfs/PrimerInformeEvaluandoLima2010.pdf>
- Lima cómo vamos. 2015. Evaluando la gestión en Lima - Quinto Informe de Resultados sobre Calidad de Vida. Accedido el 4 de octubre del 2016 en: <http://www.limacomovamos.org/cm/wpcontent/uploads/2015/12/InformeGestion2014.pdf>
- Litec. 2016. Accedido el 29 de octubre del 2016 en: <http://www.litecperu.com/>
- Loads, F. 1978. Production of turf. Brookhouse, Near Lancaster, England. United States Patent 4,099,345
- Marcum, K. 2004. Use of Saline and Non-potable Water in the Turfgrass Industry: Constraints and Developments. Department of Applied Biological Sciences, East College, Arizona State University.
- Martínez, F. 1992. Propuesta Metodológica para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos. Barcelona- España.
- Martínez, P.; Roca, D.; Barrientos, J.; Alvarado, F; Flórez, V.; Quintero, M.; Gonzáles, C.; Guzmán, J; Esmeralda, Y.; López M.; Chaves, B.; Cuervo, W.; Castañeda, N.; Castañeda, F. 2011. Sustratos, manejo del clima, automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo. Universidad Nacional de Colombia- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá-Colombia.
- Mayo, M. 2010. Áreas verdes y espacios públicos en Lima, Perú. Defensoría del Pueblo.
- McCarty, L.; Miller, G. 2002. Managing Bermudagrass Turf: Selection, Construction, Cultural Practices, and pest management strategies. Clemson University and University of Florida. USA. Sleeping Bear Press.
- Medina, C.; Furlani, P. y Bataglia, O. 2011. Nutricao mineral e arquitetura do sistema radicular de mudas. Revista Plasticultura. Ciencia Agricola para o produtor rural. Ano V. N°19. BR
- Mengel, K.; Kirkby, A. 2000. Principios de Nutrición Vegetal. Editor International Potash Institute. Suiza. 692p.
- Ministerio de Agricultura. 2013. IV Censo Nacional Agropecuario.

- Ministerio de Cultura. 2015. Gaceta Cultural N° 51.
- Moreno, J. 2008. Compostaje. Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Moreno, J. 2002. La Materia Orgánica y la capacidad de retención de humedad en sustratos. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humbolt”.
- Moreno, J.; Moral, R.; Garcia, J.; Pascual, J.; Bernal, M. 2015. De residuo a recurso-El camino hacia la sostenibilidad. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Morin, C.; Ore, A.; Felipe, C.; Helfgott, S.; Zapata, F.; Sarmiento, J.; Lao, R.; Muñoz, F.; Duarte, O; Urbizagastegui, A. 1978. Manual de jardinería peruana- Proyecto de desarrollo de áreas verdes. UNALM. La Molina-Perú.
- Morris, K. s.f. Guide to NTEP Turfgrass Ratings. National Turfgrass Evaluation Program (NTEP).
- Neylan, J.; Robinson, M. 1997. Sand amendments for the turf construction. Int. Turfgras Soc. Res. J. 8:133-147.
- Nieto, M. 2003. Labores de jardinería en zonas cercanas al mar. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ochoa, O. 2003. Propagación y cultivo de dos especies de Balsamina (*Impatiens wallerana* e *Impatiens hawkeri*) en Lima. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Opazo, G. 1991. Manual para tratamiento integral de basura- Reciclaje y producción. Fondo Rotativo Editorial. Bogotá- Colombia.
- Ordenanza 525. 2003. Régimen de Protección, Conservación, Defensa y Mantenimiento de las Áreas Verdes de Uso Público de Lima Metropolitana. Municipalidad Metropolitana de Lima.
- Organización Mundial de la Salud. Accedido el 1 de febrero del 2015 en: <http://www.who.int/es/>
- Orta, R. 2006. La empresa de jardinería y paisajismo. Tercera edición. Editorial Mundi –Prensa. Madrid- España. Pág. 544
- Palacios, M. 2015. Urbanizar las laderas para proteger los valles: Lurín, Lima. Investiga Territorios Número 1.
- Pastor, R. 2010. Recuperación de suelos salinos para la instalación de césped deportivo en la playa de Asia, Cañete, Lima. Tesis Mg Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Pastor, J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana*, vol. 17, núm. 3, pp. 231-235. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México
- PLAM2035. 2014. Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano. Accedido el 24 de noviembre del 2015 en: <http://unhabitat.org/plam-2035/>
- Pineda, A.; Obaldía, K.; Singh, B.; Yeomans, J. 2006. Manual de Céspedes: El establecimiento, producción y mantenimiento en el Trópico Húmedo. Universidad Earth- Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. *Tierra Tropical* 2 (1): A56-A110.
- Raviv, M.; Medina, S.; Shamir, Y.; Ner, Z. 1986. Very low medium moisture tension. A feasible criterion for irrigation control of container- grown plants. *Acta Horticultura* 342.
- Raymer, P.; Braman, S.; Burpee, L.; Carrow, R.; Chen, Z.; Murphy, T. 2007. Seashore Paspalum: Breeding a Turfgrass for the Future. USGA's Turfgrass and Environmental Research Program. Volume 6, Number 21
- Reglamento de la Ley 29088 "Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo de Estibadores Terrestres y Transportistas Manuales" Artículo 2 del Decreto Supremo 005-2009-TR.
- Reigosa, M.; Pedrol, N.; Sánchez, A. 2003. *La ecofisiología Vegetal. Una ciencia de síntesis*. Universidad del Vigo. Editorial Thomson.
- Ricigliano, D. 2016. Home and Garden Information Center. University of Maryland Extension,
- Roberts, B.; Decker, H.; Ganahl, L.; Yarmark, E. 2001a. Biosolid Residues as Soilless Media for Growing Creeping Bentgrass Sod. *HortTechnology* July–September vol. 11 no. 3
- Roberts, B.; Decker, H.; Bagstad, K.; Peterson, K. 2001b. Biosolid Residues as Soilless Media for Growing Wildflower Sod. *HortTechnology* April-June vol. 11 no. 2 194-199
- Rodríguez, A.; Chang, M.; Hoyos, M.; Falcón, F. 2004. *Manual práctico de hidroponía*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. La Molina- Lima.
- Salisbury, F. 1994. *Fisiología vegetal*. México, D.F. Iberoamericana
- San Segundo, J. 2001. Céspedes: Instalación y mantenimiento. Consultado el 15 de febrero del 2015. Disponible en: <http://club2.telepolis.com/jsanse/cesped00.htm>

- Santos, A. 2018. Establecimiento de céspedes utilitarios comúnmente usados en Lima. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 83 pp.
- Stoffella, P.; Kahn, B. 2005. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Ediciones Mundi-prensa.Madrid. 397p
- Struhs, D.; Santilla, E. 2002. Industrias en Áreas Verdes de Florida. Las prácticas más adecuadas para la conservación del agua en Florida. Departamento de Protección Ambiental. Universidad de Florida. Gainesville, US.
- Terés, V. 2001. Relaciones aire agua en sustratos de cultivo como base para el control de riego. Metodología de Laboratorio y modelización. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- Thomas, R.; Guerin, J. 1985. Los céspedes. Ediciones Mundi-Prensa. 2º edición. España-Madrid.
- Thompson, L; Troeh, F. 2002. Los suelos y su fertilidad. Editorial Revertè. 4º Edición. España.
- Tovar, O. 1993. Las Gramíneas del Perú. Monografías del real Jardín Botánico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Tomo 13. Madrid-España.
- Trenholm, L.E., Unruh, J.B.; Cisar, J.L. 2001. Selecting a turfgrass for Florida lawns. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences.
- United States Department of Agriculture. s.f. Natural Resources Conservation Service. East Texas Plant Materials Center. Plant Fact Sheet Seashore Paspalum.
- Valenzuela, P. 2003. Elaboración de sustratos especializados para uso agrícola, a partir de residuos orgánicos bioprocesados. Undécimo Concurso Nacional de Proyectos de I+D. Universidad de Chile.
- Vargas, I. 2010. Comparative maintenance of Paspalum and Bermuda grasses. Thesis presented to the Graduate School of the University of Florida.
- Velarde, G. 2006. Manual técnico de jardinería I: establecimiento de jardines, parques y especies verdes. Ediciones Mundi-Prensa. 2ºedicion. Madrid-España.
- Velarde, G. 2008. Manual técnico de jardinería II: Mantenimiento. Ediciones Mundi-Prensa. 2ºedicion. Madrid-España.
- Villarán, J. 2010. Inventario de áreas verdes a nivel metropolitano. Instituto Metropolitano Planificación.

- Wiest S.C.; Fry, J.D.; Upham, W.S. 1997. Toward a photographic technique for quantitative evaluation of turfgrass stands, a preliminary study of spring green-up in Zoysia. *Int. Turfgrass Soc. Res. Journal* 8:757-763.
- Williams, D. 2011. Turfgrass Sod Production. College of Agriculture, Food and Environment. University of Kentucky.
- Williams, P. 2003. Alternativas Productivas: Césped en Rollos. Proyecto FAO - TCP/ARG-2802 (A). Provincia de Jujuy – Argentina.
- Wong, D. 2005. World Forage, Turf and Legume Seed Markets. Alberta Agriculture, Food and Rural Development.
- Zhang, Q.; Wang, S.; Rue, K. 2012. Salinity Effect on Seed Germination and Growth of Two Warm-season Native Grass Species. Department of Plant Sciences, North Dakota State University, NDSU. *Hortscience* 47(4):527–530
- Zhang, Q.; Wang, S.; Rue, K. 2011. Salinity Tolerance of 12 Turfgrasses in Three Germination Media. Department of Plant Sciences, North Dakota State University, NDSU. *Hortscience* 46(4):651–654



## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### FICHA TÉCNICA DEL CÉSPED BERMUDA (Alabama,2015)

Condición	Requerimientos
<b>Adaptación</b>	<p><i>Ambientes:</i> Templados a tropicales, asoleados, cálidos, húmedos a semi-secos, gran adaptación a diferentes ambientes.</p> <p><i>Requerimiento lumínico:</i> Alto.</p> <p><i>Suelos:</i> Todo tipo de suelos, arcillosos a arenosos, pH desde 5,5 a 8,5.</p> <p><i>Agua de riego:</i> Tolera diferentes tipos de agua en cuanto a calidad, hasta medianamente salinas.</p> <p>Cantidad de Semilla: 1 kilo para 50 metros cuadrados</p>
<b>Mantenimiento</b>	<p><i>Tasa de Crecimiento:</i> Media.</p> <p><i>Corte Horizontal:</i> Alturas de 1,8 cm. a 5 cm.</p> <p><i>Riego:</i> Abundante en época cálida; la sequía detiene su crecimiento. Tolera inundaciones temporarias.</p> <p><i>Fertilización:</i> Desde dos por año (P y 0) a una por mes de crecimiento, es ávida en nitrógeno para obtener un césped de calidad.</p> <p><i>Resiembra:</i> Es normal que en invierno pierda su color verde intenso. Si se quiere mantener el verde se recurre a la resiembra otoñal.</p>
<b>Sanidad</b>	<p><i>Malezas:</i> Es un césped competitivo contra malezas y es posible erradicarlas cuando se establecen. Existe gran variedad de herbicidas selectivos que pueden utilizarse.</p> <p><i>Enfermedades:</i> Resistente a enfermedades.</p>

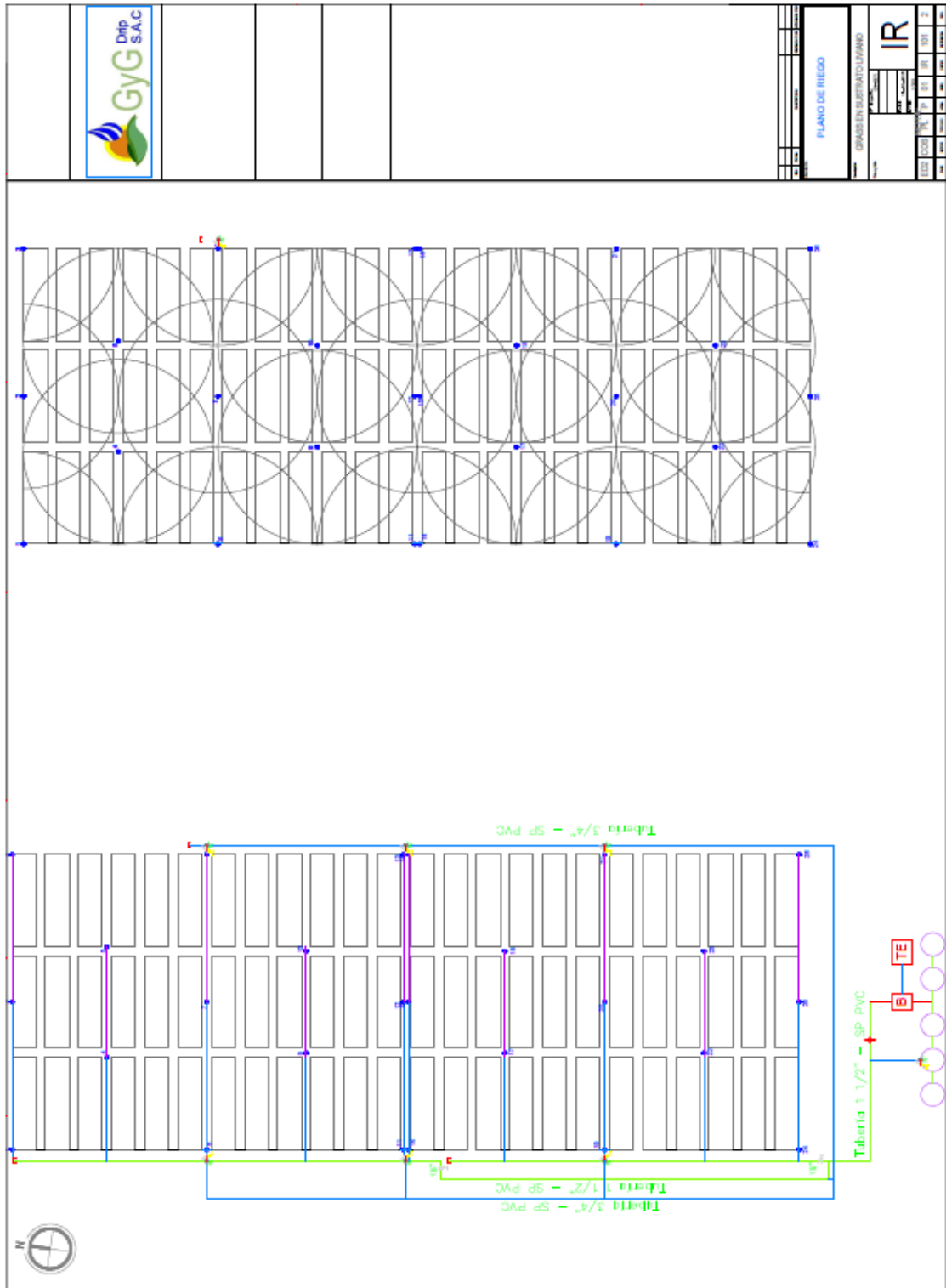
# ANEXO 2

## DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS EN EL CAMPO

T15R1	T13R1	T20R1	T17R1	T13R1	T18R1	T23R1	T18R1	T6R1	T1R1	T8R1	T11R1	T3R1	T19R1	T21R1	T21R1	T21R1	T10R1	T4R1	T16R1	T7R1	T14R1	T2R1	T22R1	T9R1	T5R1	T24R1	
T23R2	T18R2	T24R2	T21R2	T19R2	T14R2	T11R2	T10R2	T11R2	T14R2	T15R2	T16R2	T13R2	T8R2	T17R2	T12R2	T9R2	T23R2	T6R2	T7R2	T5R2	T4R2	T3R2	T20R2	T1R2	T4R3	T13R3	T22R3
T17R3	T14R3	T12R3	T18R3	T23R3	T24R3	T16R3	T13R3	T16R3	T21R3	T7R3	T20R3	T5R3	T11R3	T10R3	T2R3	T19R3	T8R3	T6R3	T3R3	T9R3	T15R3	T18R3	T19R3	T13R3	T4R3	T22R3	
T A N Q U E S																											


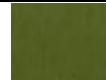
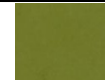
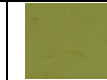




# ANEXO 3

## DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN



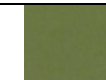





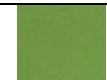
## ANEXO 4

### RANGO DE COLORES DE BERMUDA

Color								
Código	147B	146 A	146B	146C	146D	144B	143C	137C
Puntuación	8	7	6	5	4	3	2	1

## ANEXO 5

### RANGO DE COLORES DE PASPALUM

Color							
Código	147B	146 <sup>a</sup>	146B	144 <sup>a</sup>	144B	143C	137C
Puntuación	7	6	5	4	3	2	1

## ANEXO 6

### ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA ANTES DE LA 1° PODA EN BERMUDA TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Procedimiento GLM

Variable dependiente: ALTURA ANTES DE LA 1° PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	13	210.8658333	16.2204487	3.39	0.0057
<b>Error</b>	22	105.3616667	4.7891667		
<b>Total corregido</b>	35	316.2275000			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	ALTURA Media
0.666817	23.34311	2.188416	9.375000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
<b>BLO</b>	2	129.6316667	64.8158333	13.53	0.0001	*
<b>A</b>	5	66.6791667	13.3358333	2.78	0.0427	*
<b>B</b>	1	5.6802778	5.6802778	1.19	0.2879	NS
<b>A*B</b>	5	8.8747222	1.7749444	0.37	0.8633	NS

**ANEXO 7**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA ANTES DE LA 2ª PODA EN BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: ALTURA ANTES DE LA 2ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	21.54027778	1.65694444	4.13	0.0017
Error	22	8.81611111	0.40073232		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>30.35638889</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	ALTURA Media
0.709580	21.31827	0.633034	2.969444

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	1.91055556	0.95527778	2.38	0.1156	NS
A	5	15.79472222	3.15894444	7.88	0.0002	*
B	1	0.34027778	0.34027778	0.85	0.3668	NS
A*B	5	3.49472222	0.69894444	1.74	0.1664	NS

**ANEXO 8**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA ANTES DE LA 3ª PODA EN BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: ALTURA ANTES DE LA 3ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	31.67531250	2.43656250	2.26	0.0549
Error	18	19.40937500	1.07829861		
<b>Total corregido</b>	<b>31</b>	<b>51.08468750</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	ALTURA Media
0.620055	24.30810	1.038412	4.271875

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	8.52885417	4.26442708	3.95	0.0377	NS
A	5	18.49128788	3.69825758	3.43	0.0237	*
B	1	2.37051282	2.37051282	2.20	0.1555	NS
A*B	5	2.28465763	0.45693153	0.42	0.8261	NS

**ANEXO 9**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA EN BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	1375228.821	105632.986	3.40	0.0062
Error	21	652052.565	31050.122		
<b>Total corregido</b>	<b>34</b>	<b>2025281.386</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PESO Media
0.678043	59.80186	176.2104	294.6571

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	305491.2711	152745.6355	4.92	0.0177	NS
A	5	986674.1921	197334.8384	6.36	0.0010	*
B	1	18457.7841	18457.7841	0.59	0.4493	NS
A*B	5	62605.5739	12521.1148	0.40	0.8410	NS

**ANEXO 10**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 2ª PODA EN BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 2ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	12	94258.1618	7854.8468	2.01	0.0875
Error	18	70302.0253	3905.6681		
<b>Total corregido</b>	<b>30</b>	<b>164560.1871</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PESOp2 Media
0.572788	58.41215	62.49534	106.9905

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	16195.64275	8097.82137	2.07	0.1548	NS
A	5	71000.61455	14200.12291	3.64	0.0190	*
B	1	83.73992	83.73992	0.02	0.8852	NS
A*B	4	6978.16463	1744.54116	0.45	0.7754	NS

**ANEXO 11**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 3ª PODA EN BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 3ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	214894.8198	16530.3708	5.15	0.0017
Error	15	48139.8747	3209.3250		
<b>Total corregido</b>	<b>28</b>	<b>263034.6945</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratz MSE PESO Media

0.816983 36.24178 56.65090 156.3138

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	914.8986	457.4493	0.14	0.8683	NS
A	5	137099.7059	27419.9412	8.54	0.0005	*
B	1	4742.1056	4742.1056	1.48	0.2429	NS
A*B	5	37421.1662	7484.2332	2.33	0.0935	NS

**ANEXO 12**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL % DE COBERTURA DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: % COBERTURA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	1253.477923	96.421379	1.61	0.1590
Error	21	1254.051345	59.716731		
<b>Total corregido</b>	<b>34</b>	<b>2507.529269</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratz MSE COBERTURA Media

0.499886 9.273054 7.727660 83.53457

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	16.752055	8.376027	0.14	0.8699	NS
A	5	1142.463445	228.492689	3.83	0.0128	*
B	1	3.960159	3.960159	0.10	0.7552	NS
A*B	5	103.976693	20.795339	0.35	0.8776	NS

**ANEXO 13**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO POR M2 DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO POR M2 DE TEPE

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	220.5792028	16.9676310	14.99	<.0001
Error	22	24.9044944	1.1320225		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>245.4836972</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratz MSE PESO Media

0.898349 6.024625 1.063965 17.66028

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	16.2670389	8.1335194	7.18	0.0040	*
A	5	197.3467472	39.4693494	34.87	<.0001	*
B	1	3.5156250	3.5156250	3.11	0.0919	NS
A*B	5	3.4497917	0.6899583	0.61	0.6936	NS

**ANEXO 14**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO FOLIAR POR M2 DE TEPES DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO FOLIAR POR M2 DE TEPES

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	15	1.33689167	0.10283782	1.91	0.0876
Error	22	1.18538333	0.05388106		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>2.52227500</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratz MSE PESOfm2 Media

0.530034 27.38914 0.232123 0.847500

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	0.24701667	0.12350833	2.29	0.1247	NS
A	5	0.61219167	0.12243833	2.27	0.0527	*
B	1	0.19213611	0.19213611	3.57	0.0722	NS
A*B	5	0.28554722	0.05710944	1.06	0.4088	NS

**ANEXO 15**

**ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO RADICULAR POR M2 DE TEPES DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO RADICULAR POR M2 DE TEPES

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	62.3268694	4.7943746	2.45	0.0311
Error	22	43.1036278	1.9592558		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>105.4304972</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PESOrM2 Media
0.591165	22.18377	1.399734	6.309722

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
ELO	2	13.31850556	6.65925278	3.40	0.0517	NS
A	5	27.04241389	5.40848278	2.76	0.0441	*
B	1	4.80340278	4.80340278	2.45	0.1317	NS
A*B	5	17.16254722	3.43250944	1.75	0.1647	NS

**ANEXO 16**

**ANALISIS DE VARIANZA DEL % DE ENROLLAMIENTO DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: % ENROLLAMIENTO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	15833.33333	1217.94872	2.30	0.0413
Error	22	11666.66667	530.30303		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>27500.00000</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	ENROLLAMIENTO Media
0.575758	25.12179	25.02831	91.66667

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
ELO	2	1666.66667	833.33333	1.57	0.2302	NS
A	5	12500.00000	2500.00000	4.71	0.0045	*
B	1	277.77778	277.77778	0.52	0.4768	NS
A*B	5	1388.88889	277.77778	0.52	0.7557	NS

**ANEXO 17**

**ANALISIS DE VARIANZA DEL CALIDAD VISUAL DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: CALIDAD VISUAL

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	105.6944444	8.1303419	100.61	<.0001
Error	22	1.7777778	0.0808081		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>107.4722222</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	CALIDADV Media
0.983458	3.804325	0.284268	7.472222

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
ELO	2	0.0555556	0.0277778	0.34	0.7128	NS
A	5	104.9722222	20.9944444	259.81	<.0001	*
B	1	0.0277778	0.0277778	0.34	0.5636	NS
A*B	5	0.6388889	0.1277778	1.58	0.2068	NS

**ANEXO 18**

**ANALISIS DE VARIANZA DE COLOR DE BERMUDA**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: COLOR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	28.33333333	2.17948718	0.85	0.6131
Error	22	56.66666667	2.57575758		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>85.00000000</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	COLOR Media
0.333333	27.51286	1.604917	5.833333

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
ELO	2	0.6666667	0.3333333	0.13	0.8793	NS
A	5	4.0000000	0.8000000	0.31	0.9013	NS
B	1	5.4444444	5.4444444	2.11	0.1601	NS
A*B	5	18.2222222	3.6444444	1.41	0.2578	NS

**ANEXO 19**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE RAICILLAS EMITIDAS DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: NÚMERO DE RAICILLAS EMITIDAS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	204.7546833	15.7503603	2.47	0.0300
Error	22	140.5013167	6.3864235		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>345.2560000</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	NRAICES	Media
0.595052	44.00123	2.527137	5.743333	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	8.8510167	4.4255083	0.69	0.5107	NS
A	5	191.7405667	38.3481133	6.00	0.0012	*
B	1	0.1820444	0.1820444	0.03	0.8675	NS
A*B	5	3.9810556	0.7962111	0.12	0.9853	NS

**ANEXO 20**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO INICIAL DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO INICIAL

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	10180.65735	783.12749	3.84	0.0027
Error	22	4488.39735	204.01806		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>14669.05470</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PRENI	Media
0.694023	21.78302	14.28349	65.57167	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	5697.791250	2848.895625	13.96	0.0001	*
A	5	3940.063300	788.012660	3.86	0.0116	*
B	1	67.458844	67.458844	0.33	0.5711	NS
A*B	5	473.343956	94.668791	0.47	0.7973	NS

**ANEXO 21**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO FINAL DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO FINAL

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	772.126025	59.394310	1.63	0.1507
Error	22	800.948650	36.406757		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>1573.074675</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PRENI	Media
0.490839	6.428797	6.033801	93.85583	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	36.5979500	18.2989750	0.50	0.6117	NS
A	5	379.1761583	75.8352317	2.08	0.1061	NS
B	1	13.6284028	13.6284028	0.37	0.5469	NS
A*B	5	342.7235139	68.5447028	1.88	0.1384	NS

**ANEXO 22**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	168303.2872	12946.4067	2.05	0.0813
Error	18	114605.1050	6366.9503		
<b>Total corregido</b>	<b>31</b>	<b>282908.3922</b>			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PESOPl	Media
0.594904	44.41977	79.79317	179.6344	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	6963.2034	3481.6017	0.55	0.5881	NS
A	5	149595.0662	29919.0132	4.70	0.0064	*
B	1	2482.6245	2482.6245	0.39	0.5402	NS
A*B	5	3775.4386	755.0877	0.12	0.9866	NS



**ANEXO 23**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA DE PASPALUM**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE DE LA 1ª PODA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	102109.0647	7854.5434	4.95	0.0006
Error	21	33336.1050	1587.4336		
<b>Total corregido</b>	<b>34</b>	<b>135445.1697</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratx MSE PESOp2 Media

0.753877 36.01848 39.84261 110.6171

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	30131.69500	15065.84750	9.49	0.0012	*
A	5	41964.15574	8392.83115	5.29	0.0027	*
B	1	1767.23795	1767.23795	1.11	0.3034	NS
A*B	5	24637.55903	4927.51181	3.10	0.0298	NS

**ANEXO 24**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE COBERTURA (%) DE PASPALUM**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PORCENTAJE DE COBERTURA

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	6215.414186	478.108784	4.27	0.0014
Error	22	2461.215111	111.875414		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>8676.629297</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratx MSE COBERTURA Media

0.716340 13.43972 10.57702 78.69972

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	908.075822	454.037911	4.06	0.0316	*
A	5	3518.761014	703.752203	6.29	0.0009	*
B	1	319.754003	319.754003	2.86	0.1050	NS
A*B	5	1468.823347	293.764669	2.63	0.0523	NS

**ANEXO 25**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO POR M2 DE PASPALUM**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO POR M2 DE TEPES

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	477.2330028	36.7102310	9.51	<.0001
Error	22	84.8960278	3.8589104		
<b>Total corregido</b>	<b>35</b>	<b>562.1290306</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratx MSE PESO Media

0.848974 12.78798 1.964411 15.36139

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	37.2951056	18.6475528	4.83	0.0182	*
A	5	409.2682472	81.8536494	21.21	<.0001	*
B	1	0.0096694	0.0096694	0.00	0.9605	NS
A*B	5	30.6599806	6.1319961	1.59	0.2046	NS

**ANEXO 26**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO DE FOLLAJE POR M2 DE PASPALUM**

**TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: PESO FRESCO DE FOLLAJE POR M2

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	0.76112398	0.05854800	3.15	0.0116
Error	19	0.35334874	0.01859730		
<b>Total corregido</b>	<b>32</b>	<b>1.11447273</b>			

R-cuadrado Coef Var Ratx MSE PESOfoliarcm Media

0.682945 30.24377 0.136372 0.450909

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	0.01015126	0.00507563	0.27	0.7641	NS
A	5	0.68114589	0.13622918	7.33	0.0006	*
B	1	0.00052097	0.00052097	0.03	0.8688	NS
A*B	5	0.04362368	0.00872474	0.47	0.7945	NS

**ANEXO 27**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO RADICULAR POR M<sup>2</sup> DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: PESO FRESCO RADICULAR POR M<sup>2</sup>

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	76.7748079	5.9057545	2.88	0.0217
Error	17	34.8959276	2.0527016		
Total corregido	30	111.6707355			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	PESOradicularm	Media
0.687511	34.40849	1.432725	4.163871	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	11.08932241	5.54466120	2.70	0.0958	NS
A	5	45.51547010	9.10309402	4.43	0.0091	*
B	1	0.09853348	0.09853348	0.05	0.8292	NS
A*B	5	17.47268583	3.49453717	1.70	0.1880	NS

**ANEXO 28**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE ENROLLAMIENTO (%) DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: PORCENTAJE DE ENROLLAMIENTO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	2956.331169	227.410090	5.57	0.0003
Error	21	857.954545	40.854978		
Total corregido	34	3814.285714			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	ENROLLAMIENTO	Media
0.775068	6.883466	6.391790	92.85714	

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	171.212121	85.606061	2.10	0.1480	NS
A	5	2682.786195	536.557239	13.13	<.0001	*
B	1	72.601010	72.601010	1.78	0.1968	NS
A*B	5	208.300599	41.660120	1.02	0.4512	NS

**ANEXO 29**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA CALIDAD VISUAL DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: CALIDAD VISUAL

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	105.1736111	8.0902778	47.64	<.0001
Error	22	3.7361111	0.1698232		
Total corregido	35	108.9097222			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	CALIDADV	Media
0.965695	5.608870	0.412096	7.347222	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	0.4305556	0.2152778	1.27	0.3013	NS
A	5	104.4513889	20.8902778	123.01	<.0001	*
B	1	0.0069444	0.0069444	0.04	0.8416	NS
A*B	5	0.2847222	0.0569444	0.34	0.8861	NS

**ANEXO 30**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE COLOR DE PASPALUM  
TABLA DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: COLOR

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	13	21.58333333	1.66025641	0.51	0.8924
Error	22	71.16666667	3.23484848		
Total corregido	35	92.75000000			

R-cuadrado	Coef Var	Ratr MSE	COLOR	Media
0.232704	34.25845	1.798568	5.250000	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	Significación
BLO	2	0.16666667	0.08333333	0.05	0.9746	NS
A	5	17.91666667	3.58333333	1.11	0.3847	NS
B	1	0.02777778	0.02777778	0.01	0.9270	NS
A*B	5	3.47222222	0.69444444	0.21	0.9526	NS

## ANEXO 31

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>1</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>14.39</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>28.96</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>4.00</b>	<b>27.80</b>
Compost: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	200.00	4.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>11.58</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>0.87</b>	<b>6.03</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>25.63</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 32

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>2</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>19.36</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>21.52</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>8.80</b>	<b>45.45</b>
Compost: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	200.00	2.80	
Fibra de coco: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	1,000.00	6.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>8.61</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>5.38</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>19.05</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 33

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>3</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>22.56</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>18.47</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>12.00</b>	<b>53.18</b>
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
Fibra de coco: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	1,000.00	10.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>7.39</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>4.62</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>16.34</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 34

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>4</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>17.14</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>16.05</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>24.31</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>4.00</b>	<b>23.34</b>
Compost: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	200.00	4.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>9.72</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>0.87</b>	<b>5.06</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>21.52</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 35

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>5</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>22.11</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>12.44</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>18.84</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>8.80</b>	<b>39.80</b>
Compost: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	200.00	2.80	
Fibra de coco: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	1,000.00	6.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>7.54</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>4.71</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>16.68</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 36

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>6</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>25.31</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>10.86</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>16.46</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>12.00</b>	<b>47.41</b>
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
Fibra de coco: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	1,000.00	10.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>6.58</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>4.12</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>14.57</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>



## ANEXO 37

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>7</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13.59</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>30.66</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.20</b>	<b>23.55</b>
Aserrín compostado: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	160.00	3.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>12.26</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>0.87</b>	<b>6.39</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>27.14</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 38

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>8</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>14.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>29.76</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.44</b>	<b>24.57</b>
Aserrín compostado: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	160.00	2.24	
Compost: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	200.00	1.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>11.90</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>7.44</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>26.34</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 39

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>9</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>14.16</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>29.42</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.60</b>	<b>25.42</b>
Aserrín compostado: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	160.00	1.60	
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>11.77</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>7.35</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>26.04</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 40

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>10</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>16.34</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>16.83</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>25.50</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.20</b>	<b>19.58</b>
Aserrín compostado: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	160.00	3.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>10.20</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>0.87</b>	<b>5.31</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>22.57</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 41

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>11</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>16.75</b>	
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>16.42</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>24.87</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.44</b>	<b>20.53</b>
Aserrín compostado: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	160.00	2.24	
Compost: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	200.00	1.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>9.95</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>6.22</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>22.01</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enziproton	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 42

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>12</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>16.91</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>16.26</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>24.64</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.60</b>	<b>21.29</b>
Aserrín compostado: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	160.00	1.60	
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>1.67</b>	<b>9.85</b>
Semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Kg	8.00	60.00	1.67	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.04</b>	<b>6.16</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de semillas de <i>Cynodon dactylon</i>	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>21.81</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 43

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>13</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13.47</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>30.93</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>4.00</b>	<b>29.70</b>
Compost: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	200.00	4.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.39</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.56</b>	<b>11.60</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>27.38</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 44

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>14</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>18.44</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>22.59</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>8.80</b>	<b>47.71</b>
Compost: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	200.00	2.80	
Fibra de coco: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	1,000.00	6.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.29</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>9.41</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>20.00</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>



## ANEXO 45

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>15</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>21.64</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>19.25</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>12.00</b>	<b>55.44</b>
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
Fibra de coco: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	1,000.00	10.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.24</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>8.02</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>17.04</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 46

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>16</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>16.22</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>16.95</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>25.69</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>4.00</b>	<b>24.66</b>
Compost: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	200.00	4.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.33</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.56</b>	<b>9.63</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>22.74</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 47

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>17</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>21.19</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>12.98</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>19.66</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>8.80</b>	<b>41.52</b>
Compost: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	200.00	2.80	
Fibra de coco: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	1,000.00	6.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.25</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>8.19</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>17.40</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 48

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>18</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>24.39</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>11.27</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>17.08</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>12.00</b>	<b>49.19</b>
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
Fibra de coco: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	1,000.00	10.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.22</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>7.12</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>15.12</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 49

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>19</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>12.67</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>32.89</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.20</b>	<b>25.26</b>
Aserrín compostado: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	160.00	3.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.42</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.56</b>	<b>12.33</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>29.11</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 50

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>20</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13.08</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>31.85</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.44</b>	<b>26.29</b>
Aserrín compostado: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	160.00	2.24	
Compost: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	200.00	1.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.40</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>13.27</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>28.19</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 51

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>21</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13.24</b>	<b>100.00</b>
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>31.46</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.60</b>	<b>27.18</b>
Aserrín compostado: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	160.00	1.60	
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.40</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>13.11</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>27.85</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 52

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>22</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>15.42</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>17.83</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>27.02</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.20</b>	<b>20.75</b>
Aserrín compostado: 0.08 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	5.76	160.00	3.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.34</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.56</b>	<b>10.13</b>
Incorporación de sustratos en las camas	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>23.92</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>



## ANEXO 53

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>23</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>15.83</b>	
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>17.37</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>26.32</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.44</b>	<b>21.73</b>
Aserrín compostado: 0.056 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	4.03	160.00	2.24	
Compost: 0.024 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	1.73	200.00	1.20	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.33</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>10.96</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>23.29</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>

## ANEXO 54

COSTO DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO DE T<sub>24</sub>

RUBRO	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario(S/)	Costo total por m <sup>2</sup> (S/)	% del total
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>15.99</b>	<b>100.00</b>
<b>Materiales</b>				<b>2.75</b>	<b>17.19</b>
Malla raschel	m <sup>2</sup>	288.00	2.75	2.75	
<b>Riego</b>				<b>4.17</b>	<b>26.05</b>
Agua de cisterna	Litros	52,800.00	150.00	4.17	
<b>Volumen de sustrato</b>				<b>3.60</b>	<b>22.51</b>
Aserrín compostado: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	160.00	1.60	
Compost: 0.04 m <sup>3</sup> /parcelas	m <sup>3</sup>	2.88	200.00	2.00	
<b>Material de propagación</b>				<b>0.05</b>	<b>0.33</b>
Esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i> para la siembra	m <sup>2</sup>	1.52	10.00	0.05	
<b>Mano de obra 2</b>				<b>1.74</b>	<b>10.86</b>
Mezcla e incorporación de sustratos en las camas	Jornal	2.00	50.00	0.35	
Siembra de esquejes de <i>Paspalum vaginatum</i>	Jornal	5.00	50.00	0.87	
Poda	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Fertilización foliar	Jornal	1.00	50.00	0.17	
Control Sanitario	Jornal	0.50	50.00	0.09	
Riego	Jornal	1.00	50.00	0.17	
<b>Productos químicos</b>				<b>3.69</b>	<b>23.06</b>
Coron (25% N + 0.5% B)	Litros	4.49	100.00	1.56	<b>42.27</b>
Enzipron	Litros	1.83	120.00	0.76	<b>20.68</b>
Horticrop	Litros	0.69	50.00	0.12	<b>3.25</b>
Agrostemin	Litros	1.20	120.00	0.50	<b>13.56</b>
Metalosate	Litros	1.00	100.00	0.35	<b>9.42</b>
Tifon	Kg	0.50	120.00	0.21	<b>5.65</b>
Confidor	Litros	0.50	110.00	0.19	<b>5.18</b>