



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de sustratos a base de residuos de caña de azúcar en
la producción de plántulas de ají paprika**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autora

Pamela Geraldin Rosales Santos

Asesor

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Pamela Geraldin Rosales Santos	77134496	17/08//2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Luis Olivas; Dionicio Belisario	15651224	0000-0002-5367-5285
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Palomares Anselmo; Edison Goethe	15605306	0000-0001-9790-9832
Utia Pinedo, Maria Del Rosario	07922793	0000-0002-2396-3382
Sánchez Calle; Marco Tulio	02807986	0000-0001-9687-2476

Evaluación de sustratos a base de residuos de caña de azúcar en la producción de plántulas de ají paprika

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uho.edu.cu Fuente de Internet	1%
2	fddocuments.net Fuente de Internet	1%
3	purl.org Fuente de Internet	1%
4	revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.horticulturaar.com.ar Fuente de Internet	1%
6	www.revista-agroproductividad.org Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%

TESIS

**“Evaluación de sustratos a base de residuos de caña de azúcar en la
producción de plántulas de ají paprika”**



Dr. Edison G. Palomares Anselmo
Presidente



Dra. María del Rosario Utia Pinedo
Secretario



Dr. Marco Tulio Sánchez Calle
Vocal



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Asesor

HUACHO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

*A Dios,
por iluminarme en este largo caminar.
A mis padres queridos, aunque no estén
físicamente este logro es en su honor.
Pamela G. Rosales Santos .*

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por la oportunidad de formarme como profesional.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, por sus enseñanzas.
- Al Jurado evaluador, por sus aportes en la mejora de la investigación.
- A mi asesor, el Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas, por compartir sus conocimientos, su tiempo y aportes en todo el proceso de esta investigación.
- A mis hermanos, José y Joel que me motivaron a nunca rendirme.
- A mis amigos, que formaron parte de mi formación profesional y laboral, por los consejos, ánimos, apoyo, su grandiosa amistad y sobre todo su grata compañía en todas las circunstancias.

INDICE

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la Investigación	2
1.5 Delimitación del estudio.....	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la Investigación	4
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Sustratos para la producción de plántulas en vivero.....	7
2.2.2 Criterios para la elección de un sustrato	8
2.2.3 El cultivo de la caña de azúcar (<i>Saccharum spp</i>)	8
2.2.4 La paja de la caña de azúcar y su aprovechamiento.....	9
2.3 Definición de términos básicos	10
2.4 Hipótesis de investigación.....	11
2.4.1 Hipótesis General.....	11
2.4.2 Hipótesis Específicas	11
2.5 Operacionalización de las variables	11
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	12
3.1 Gestión del experimento.....	12
3.1.1 Ubicación.....	12
3.1.2 Materiales e insumos.....	12
3.1.3 Diseño estadístico	12
3.1.4 Tratamientos	12
3.1.5 Características del área experimental.....	13
3.1.6 Croquis del experimento	13
3.1.7 Variables a evaluar.....	14
3.1.8 Conducción del experimento	15
3.2 Técnicas para el procesamiento de la información.....	15

CAPITULO IV. RESULTADOS.....	16
4.1 Altura de planta (cm).....	16
4.2 Diámetro de tallo (mm).....	17
4.3 Longitud radicular (cm)	18
4.4 Volumen radicular (cm ³)	20
4.5 Peso fresco de planta (g).....	21
4.6 Longitud total de planta (cm).....	22
4.7 Peso seco total de planta (g)	24
4.8 Peso seco de tallo (g)	25
4.9 Peso seco de raíz (g)	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXO	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de las variables</i>	11
Tabla 2 <i>Tabla de tratamientos</i>	13
Tabla 3 <i>Análisis de varianza para altura de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i>	16
Tabla 4 <i>Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i>	16
Tabla 5 <i>Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i>	17
Tabla 6 <i>Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo (mm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i>	18
Tabla 7 <i>Análisis de varianza para longitud radicular (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i>	18
Tabla 8 <i>Prueba de Tukey al 5% para longitud radicular (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i> ...	19
Tabla 9 <i>Análisis de varianza para volumen radicular (cm³) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i> ...	20
Tabla 10 <i>Prueba de Tukey al 5% para longitud radicular (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i> ...	20
Tabla 11 <i>Análisis de varianza para peso fresco de planta (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i> ...	21
Tabla 12 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de planta (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)</i> ...	22

Tabla 13 <i>Análisis de varianza para longitud total de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	22
Tabla 14 <i>Prueba de Tukey al 5% para longitud total de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	23
Tabla 15 <i>Análisis de varianza para peso seco total (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	24
Tabla 16 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso seco total (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	24
Tabla 17 <i>Análisis de varianza para peso seco de tallo (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	25
Tabla 18 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso seco de tallo (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	26
Tabla 19 <i>Análisis de varianza para peso seco de raíz (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	26
Tabla 20 <i>Prueba de Tukey al 5% para peso seco de raíz (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)...</i>	27

Resumen

Objetivo: evaluar el efecto de la incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato en la producción de plántulas de ají paprika. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en el distrito de Sayán, Huaura, Lima, durante los meses de junio a noviembre del 2022. Se implementó el diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones. Los tratamientos fueron T1: 100% SC + 0% SRC; T2: 75% SC + 25% SRC; T3: 50% SC + 50% SRC; T4: 25% SC + 75% SRC; y T5: 0% SC + 100% SRC. Se evaluaron altura de planta, diámetro de tallo, longitud y volumen radicular, longitud total de planta, peso fresco de planta y peso seco de tallo, raíz y total. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** Se observó que el incremento de los residuos de caña de azúcar en la conformación del sustrato afecta significativamente las características morfológicas y la distribución de la materia seca en las plántulas de ají de ají paprika, en comparación al sustrato comercial a base de turba. **Conclusiones:** se concluye que es posible incorporar los residuos de caña de azúcar hasta en un 50% en la conformación del sustrato.

Palabras clave: turba, masa seca, cogollo de caña de azúcar

Abstract

Objective: to evaluate the effect of incorporating sugarcane residues as a substrate in the production of paprika pepper seedlings. **Methodology:** The research was carried out in the district of Sayán, Huaura, Lima, during the months of June to November 2022. The completely randomized design was implemented with five treatments and 10 repetitions. The treatments were T1: 100% SC + 0% SRC; T2: 75% SC + 25% SRC; T3: 50% SC + 50% SRC; T4: 25% SC + 75% SRC; and T5: 0% SC + 100% SRC. Plant height, stem diameter, root length and volume, total plant length, plant fresh weight, and stem, root, and total dry weight were evaluated. For the comparison of means, the 5% Tukey test was used. **Results:** It was observed that the increase in sugarcane residues in the conformation of the substrate significantly affects the morphological characteristics and the distribution of dry matter in the paprika pepper seedlings, compared to the commercial peat-based substrate. **Conclusions:** it is concluded that it is possible to incorporate sugarcane residues up to 50% in the conformation of the substrate.

Keywords: peat, dry mass, sugar cane top

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El ají páprika (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo de importancia económica en el Perú y cultivada principalmente en la costa peruana. Destacan como principales productores los departamentos de Lima y Arequipa, siguiéndole en importancia Piura e Ica (Midagri, 2018).

La calidad del páprika peruano se impone en los principales mercados del mundo que abastece, porque supera a los estándares internacionales en lo que se refiere a la clasificación ASTA, pues los promedios mundiales oscilan entre 180 y 200, mientras que Perú alcanza valores de hasta 300 (Midagri, s.f.).

Actualmente, el rendimiento promedio de páprika es de 5,9 t ha⁻¹ (Midagri, 2018), y es posible incrementar el rendimiento hasta valores de 10 t ha⁻¹ siempre y cuando se mejore el proceso productivo, que implica mejorar desde la propia elección de la semilla, manejo de vivero, trasplante a campo definitivo, entre otras actividades propias del cultivo.

Con respecto al manejo de viveros, en la actualidad existen una serie de empresas dedicadas exclusivamente a la producción de plántulas de páprika y que para ello tienen que importar sustratos a base de turba o musgo, insumo clave en dicha producción. El sustrato es un factor fundamental, puesto que este contribuye en la emergencia y germinación de las semillas (Velásquez y Nicho, 2010).

La turba o musgo lidera el mercado mundial por sus características físicas, químicas y biológicas, que permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado hace que no está al alcance de muchos productores. Además, su extracción en los lugares de producción viene ocasionando un impacto negativo sobre el ecosistema (Salleses et al., 2015).

Por lo antes mencionado, resulta de interés encontrar alternativas a fin de disminuir los impactos negativos de los procesos productivos; siendo en ese sentido objetivo de esta investigación, evaluar sustratos a partir de los residuos agrícolas de la caña de azúcar.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿La incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato mejorará la producción de plántulas de ají paprika?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿La incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato afectará las características morfológicas de las plántulas de ají paprika?
- b) ¿La incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato afectará la distribución de la materia seca de las plántulas de ají paprika?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato en la producción de plántulas de ají paprika

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar el efecto de la incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato en las características morfológicas de las plántulas de ají paprika.
- b) Evaluar el efecto de la incorporación de residuos de caña de azúcar como sustrato en la distribución de la materia seca en las plántulas de ají paprika.

1.4 Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación resulta de interés porque el propósito es contribuir el aprovechamiento de los residuos provenientes del cultivo de caña de azúcar, en la producción de plántulas en condiciones de vivero, ya que actualmente este residuo es quemado por los agricultores y/o empresas, afectando el ambiente con el humo producido.

1.5 Delimitación del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el distrito de Sayán, durante los meses de junio a noviembre del año 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Cruz et al. (2012), con el objetivo de evaluar la eficiencia del bagazo de caña de azúcar, aislado y en combinación con sustrato comercial para la producción de plántulas de rabanito, implementaron un diseño completo al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (100% sustrato comercial (SC) + 0% bagazo de caña de azúcar (BCA)), T2 (80% SC + 20% BCA), T3 (60% SC + 40% BCA), T4 (50% SC + 50% BCA), T5 (40% SC + 60% BCA), T6 (30% SC + 70% BCA), T7 (20% SC + 80% BCA), T8 (10% SC + 90% BCA), T9 (0% SC + 100% BCA) para la producción de plántulas de rábano cv. Saxa. Se evaluaron número de hojas/planta, longitud de raíz, diámetro de tallo, volumen de raíz, MFPA, MFSR, MFPlanta, MSPA, MSSR y MSPlanta. Concluyen que el uso de BCA (20%) en mezcla con el sustrato comercial es factible, reduciendo el costo de producción de plántulas de rabanito.

Rodríguez (2013) realizó su investigación con el objetivo de identificar materiales para ser utilizados como sustrato para el cultivo de pepino en condiciones de invernadero, con características físicas, químicas y biológicas adecuadas y factibilidad técnica y económica, dado que los materiales convencionales tienen costos altos. Para ello probó cuatro sustratos a base de bagazo de caña, bagazo de lechuguilla, bagazo de maguey y Tillandsia o “paxtle”, con dos tamaños de partícula (< 2 mm y > 2 mm) utilizando como testigo la fibra de coco. Los sustratos fueron caracterizados; se molieron, tamizaron y embolsaron en contenedores de plástico, los cuales fueron distribuidos en el invernadero de acuerdo a un diseño completamente al azar. La separación entre plantas fue de 20 centímetros con una densidad de 2,70 plantas por m². Implementó un diseño factorial con tres factores de prueba: factor A = sustrato; factor B = tamaño de partícula; factor C = fecha de medición. Los sustratos que presentaron parámetros más cercanos al óptimo fueron el bagazo de caña de azúcar, el bagazo de lechuguilla y el paxtle todos ellos con tamaño mayor a 2 mm. La interacción del sustrato con el tamaño de partícula mostró una alta diferencia significativa para altura, diámetro basal de tallo, índice de área foliar y volumen de raíz (P<0.0001). El rendimiento promedio fue de 191.8, 146.5, 131.1 y 128.3 t ha⁻¹, para bagazo de caña, bagazo de lechuguilla, paxtle y bagazo de maguey respectivamente comparados con 110.3 t ha⁻¹ obtenidos en fibra de coco. No se presentaron diferencias estadísticas entre sustratos, por lo

cual los sustratos evaluados en este estudio pueden ser equiparables a la fibra de coco. Los sustratos que presentaron la mejor relación beneficio costo ($B/C > 1.15$) fueron el bagazo de caña con las dos diferentes granulometrías y el bagazo de lechuguilla con granulometría mayor de 2 mm.

Hernández y Santiago (2015) evaluando la producción de pepino en sustratos a base de bagazo de caña de azúcar y fibra de coco, por tres años consecutivos (2011-2013) refieren que para el rendimiento no hubo diferencias significativas entre ambos sustratos; así con la fibra de coco se produjo $13,7 \text{ kg m}^2$, en tanto que con el bagazo se produjo $13,5 \text{ kg m}^2$. Mencionan también que el bagazo de caña de azúcar presenta uso potencial interesante y de menor costo; además, de presentar características físicas óptimas.

Ramalho et al. (2016), con el objetivo de evaluar el efecto del uso de diferentes proporciones y granulometrías de bagazo de caña de azúcar para la composición de sustratos sustentables, constituidos a partir de la mezcla de un sustrato comercial, en la producción de plántulas del árbol forestal carne vacuna (*Pterogyne nitens*), adoptaron un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones, en un esquema factorial (5×2), evaluando cinco tipos de sustratos de diferentes proporciones y dos granulometrías de bagazo de caña de azúcar. Los sustratos evaluados fueron: sustrato comercial Rohrbacher® (vermiculita, fibra de coco, cascaras de pinus carbonizada, calcáreo y NPK); 75% Rohrbacher® + 25% Bagazo de Caña (75R+25BC); 50% Rohrbacher® + 50% Bagazo de Caña (50R+50BC); 25% Rohrbacher® + 75% Bagazo de Caña (25R+75BC); Bagazo de Caña (100%). Las granulometrías estudiadas fueron obtenidas a partir de tamiz de mallas de 4 mm y 6 mm. Los autores observaron que el tamaño de partícula 1 mostró mejores medias para la relación MSPA/MSR; y que para la producción de MSPA y MST, los sustratos elaborados con 75R+25BC, 50R+50BC y 25R+75BC no se diferenciaron estadísticamente del sustrato comercial, siendo indicado como una alternativa para la producción de plántulas.

Cardoso et al. (2017), con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes proporciones de bagazo de caña y de pasto elefante en la producción de plántulas tomate, implementaron un diseño experimental completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 – Sustrato (S) Comercial; T2 – Sustrato compuesto por 100% volumen (V) de pasto Elefante (CE); T3 – Sustrato compuesto por 100% Volumen de Bagazo de Caña (BC); T4 – Sustrato compuesto por 50% V de BC e 50% V de CE; T5 –

Sustrato compuesto por 75% V de BC y 25% V de CE y T6 – Sustrato compuesto por 75% V de CE e 25% V de BC. Todos los componentes de los sustratos fueron secados por 72 horas en estufa de ventilación forzada con temperatura de 65°C, después triturados, tamizados y mezclados de forma homogénea, excepto el sustrato comercial que fue utilizado conforme vino del productor. Evaluaron altura de planta (AP), Diámetro del tallo (DT), Número de hojas (NH); masa seca parte aérea (MSPA), masa fresca parte aérea (MFPA), masa seca radicular (MSR), masa fresca radicular (MFR). Los autores observaron que todas las proporciones de sustratos a base de bagazo de caña y pasto elefante produjeron valores inferiores al sustrato comercial, por lo que se requiere ser investigando para encontrar alternativas al sustrato comercial.

Elias et al. (2017), con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes combinaciones de proporciones volumétricas de bagazo de caña de azúcar y pasto elefante en el diseño de sustratos para la producción de plántulas de lechuga cultivar Lucy Brown, utilizó DIC con seis tratamientos y 10 repeticiones, totalizando 60 unidades experimentales, a saber: T1 – Sustrato 100% volumen (V) comercial (Bioplant®); T2 – Sustrato con 100% V de pasto elefante; T3 – Sustrato con 100% V de bagazo de caña de azúcar; T4 -Sustrato con 50% V bagazo de caña de azúcar y 50% V pasto elefante; T5 – Sustrato con 75% V bagazo de caña de azúcar y 25% V pasto elefante; T6 – Sustrato con 75% V de pasto elefante y 25% V de bagazo de caña de azúcar. Evaluaron altura de planta (AP); número de hojas (NF); Longitud de raíz (LR) en cm; masa fresca de la parte aérea (MFPA) en mg plântula⁻¹; masa fresca de la parte raíz (MFPR) en mg plântula⁻¹; masa seca parte aérea (MSPA) en mg plântula⁻¹; masa seca parte raíz (MSPR) en mg plântula⁻¹. Observaron que hubo superioridad para el sustrato con 100% de pasto elefante (T2), para las variables NF, MFR, MFPA, MSR y MSPA, con relación a la obtenida en el sustrato 100% comercial (T1), respectivamente. Concluyen que T2 fue significativo para la mayoría de las variables, en relación al sustrato comercial (T1), en la producción de plántulas de lechuga cultivar Lucy Brown.

Velasco et al. (2017) mencionan que el 28,2% de la materia seca de la caña de azúcar corresponde a residuos no utilizados, y que quedan en el campo de cultivo o son quemados, por lo que resulta de interés encontrar alternativas para su aprovechamiento. Indican además que, entre 12 y 19 t ha⁻¹ de hojas secas quedan sobre la superficie del suelo para luego ser quemados.

Salgado (2018) menciona que, en la industria azucarera mexicana, existe un interés por aprovechar la paja de la caña de azúcar para diferentes propósitos; así, por ejemplo, como combustible para las calderas de los ingenios, como reciclaje de nutrientes al suelo y como alimento para ganado bovino. Señala el mismo autor que, la paja seca producida varió entre 12,7 y 21,2 t ha⁻¹, por lo que se hace urgente encontrar alternativas para su buen uso.

Dutra et al. (2022), con el objetivo de evaluar el efecto del uso de diferentes proporciones y granulometrías de bagazo de caña de azúcar para la composición de sustratos alternativos, en la producción de plántulas del árbol forestal carne vacuna (*Pterogyne nitens*), implementaron un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones, bajo un esquema factorial (5 x 2), evaluando cinco tipos de sustratos de diferentes proporciones y dos granulometrías de bagazo de caña de azúcar. Los sustratos evaluados fueron: sustrato comercial Rohrbacher® (vermiculita, fibra de coco, cascaras de pinus carbonizada, calcáreo y NPK); 75% Rohrbacher® + 25% Bagazo de Caña (75R+25BC); 50% Rohrbacher® + 50% Bagazo de Caña (50R+50BC); 25% Rohrbacher® + 75% Bagazode Caña (25R+75BC); Bagazo de Caña (100%). Las granulometrias estudiadas fueron obtenidas a partir de tamiz de mallas de 4 mm y 6 mm. Evaluaron la altura de la parte aérea(H), el diámetro del cuello (DC) y la relación entre altura y diámetro. El tamaño de partícula 1 mostró mejores medias de H y H/DC. Los autores encontraron que el tamaño de partícula 1 proporcionó mayores alturas (H) y relaciones entre la altura y el diámetro del cuello (H/DC) en plántulas de carne en comparación con el tamaño de partícula 2; y que la altura (H) y la relación H/DC fueron influenciadas por los tipos de sustratos con diferentes proporciones de bagazo de caña de azúcar. El sustrato comercial Rohrbacher® presentó ganancia en altura en las plántulas, sin embargo, para el diámetro del cuello y la relación H/DC los sustratos 75R+25BC, 50R+50BC no difirieron estadísticamente del mismo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sustratos para la producción de plántulas en vivero

Se define al sustrato como todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que permite el desarrollo de la planta, actuando como soporte. También podría contribuir en la nutrición mineral de la planta (Soto, 2014).

Un adecuado sustrato debe presentar las siguientes características (Alvarado y Solano, 2002):

- a) Permitir el adecuado anclaje de las plantas.
- b) El volumen debe ser constante tanto en seco como en húmedo.
- c) Retener suficiente humedad para evitar riegos continuos.
- d) De fácil drenaje del agua.
- e) Porosidad y oxigenación
- f) Libre de sales, etc.

2.2.2 Criterios para la elección de un sustrato

Según Soto (2014), diversos materiales pueden ser utilizados como sustratos en la producción de plántulas, ya sea puro o en mezclas; sin embargo, se debe de tener en consideración lo siguiente:

- a) El abastecimiento del material y su homogeneidad.
- b) La accesibilidad en términos de costo, sin sacrificar la calidad de las plantas.
- c) Las propiedades físicas, químicas y biológicas del material, que son factores limitantes y que determinan el manejo posterior del sustrato.
- d) La experiencia local en su utilización, ya que el uso de nuevos materiales como sustratos implica desarrollar trabajos de investigación.
- e) El impacto ambiental que genera el uso del material tiene que ser evaluado.

2.2.3 El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*)

La caña de azúcar es un cultivo de gran importancia económica en el Perú, pues para el año 2018 se cosecharon 84 838 ha con un rendimiento promedio de 121,834 t ha⁻¹, siendo los principales productores los departamentos de La Libertad, Lambayeque, Lima, Ancash y Piura (Midagri, 2018). Su producción aún está basada en la quema, por lo que constantemente es generadora de contaminación ambiental y perjudica la calidad de vida de los pobladores que viven en las cercanías de los centros productivos (Villalobos, 2017; Francisco y Tejada, 2020).

Antes de iniciarse la cosecha de la caña de azúcar, previo al corte manual de la caña, se incendia el cañaveral para eliminar la mayor parte de follaje seco y así facilitar el acceso de los cortadores, quienes cortan el tallo con machete desde su parte más baja y lo separan del follaje que no es eliminado por la quema (hojas verdes y punta) y se forman pilas con los tallos, usualmente orientados perpendicularmente al sentido de los surcos siguiendo el frente de corte, lo que facilita su levante por un cargador mecánico que los deposita en una unidad de transporte para su traslado al ingenio (Malimba, 2022).

Con respecto al follaje remanente, esta es dejado sobre el terreno en una orientación similar a la de los tallos, por 2 a 6 días, para su secado y ser eliminados finalmente en una segunda quema (Malimba, 2023). Aún son pocos los casos en que ese residuo sea aprovechado eventualmente para así contribuir en mejorar las condiciones de estructura y contenido de materia orgánica, a través de su descomposición y lenta incorporación al suelo; o en todo caso, dispuestos para otros usos alternativos (Ortíz et al., 2012).

León et al. (2013) mencionan que la composición de la caña de azúcar en su estado natural es la siguiente: cogollo y hojas verdes con 8,44%, vainas y hojas secas con 19,74% y tallos limpios con 71,82%. Refieren los autores que alrededor del 30% corresponde a residuos agrícolas, por lo que resulta de interés en su debido aprovechamiento.

2.2.4 La paja de la caña de azúcar y su aprovechamiento

Toda actividad agrícola genera, durante el desarrollo del cultivo y en la cosecha, residuos o desechos vegetales que se destinan para diferentes usos, como puede ser para alimentar a los animales, compostar, caso contrario, son quemados, causando contaminación ambiental (Toledo et al., 2008).

La caña de azúcar es una especie muy eficiente en el proceso fotosintético, lo que le permite producir grandes cantidades de biomasa y residuos agrícolas, que pueden ser utilizados en la alimentación animal, reciclaje de nutrientes y enriquecimiento con materia orgánica dentro del agroecosistema, en la cobertura vegetal del suelo para mantener la humedad y evitar la erosión, control de las plantas indeseables, así como la generación de energía (Toledo et al., 2008, SAGARPA, 2016).

Se estima que los residuos agrícolas en la producción de la caña de azúcar alcanzan valores promedios de 171 kg por cada 1000 kg de tallo producido (Toledo et al., 2008). Por otra parte, Salgado et al. (2018) refieren que la producción de paja de caña de azúcar es en promedio 18,2 t ha⁻¹, que ésta no debe ser quemada sino, reaprovechada.

Se estima que la agroindustria en general produce grandes cantidades de residuos en las diferentes etapas de los procesos productivos y que, actualmente es un problema a nivel mundial, porque en la mayoría de los casos éstos no son procesados o dispuestos adecuadamente, lo que hace que contribuya al proceso de contaminación ambiental. Los residuos generados por el proceso de producción del azúcar de caña, representan un serio problema de contaminación, debido a los grandes volúmenes en los que son generados; sin embargo, estos residuos agroindustriales pueden ser revalorizados para generar biocombustibles, productos de valor agregado, así como energía eléctrica y/o calorífica u otra forma de uso (Gutiérrez et al., 2020).

2.3 Definición de términos básicos

Coefficiente de variación. Parámetro estadístico que determina la variabilidad expresada en porcentaje.

Contaminante atmosférico. Sustancia que al entrar a formar parte del aire atmosférico modifica la concentración promedio del mismo, produciendo efectos nocivos mensurables sobre el medio ambiente.

Cubierta protectora. Material aplicado a la superficie de un suelo para gran variedad de propósitos como conservación de la humedad, estabilización de la temperatura del suelo y supresión del crecimiento de las malezas.

Equilibrio ambiental. Estadio en el que los seres vivos, incluyendo al hombre, pueden crecer y desarrollarse armónicamente, sin alterar el modo de vida del resto y dentro de los límites de la capacidad de carga de la Tierra.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis General

Los sustratos provenientes de la caña de azúcar no afectan en la producción de plántulas de ají paprika

2.4.2 Hipótesis Específicas

- a) Los sustratos a base de residuos de caña de azúcar no afectan en las características morfológicas de las plántulas de ají paprika.
- b) Los sustratos a base de residuos de caña de azúcar no afectan en la distribución de la materia seca en las plántulas de ají paprika.

2.5 Operacionalización de las variables

La construcción de la operacionalización de las variables siguió el formato establecido por Espinoza (2019).

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores	
Producción de plántulas	Características morfológicas	Altura de planta	cm	
		Diámetro de tallo	mm	
		Longitud radicular	cm	
		Longitud de la planta	cm	
			Volumen radicular	cm ³
			Peso fresco de planta	g
	Distribución de materia seca	Peso seco de tallo	g	
	Peso seco de raíz	g		
		Peso seco total de planta	g	

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

Esta investigación se realizó en el distrito de Sayán, localizado en las coordenadas 11°08'15.3 LS y 77°11'41.6 LO, perteneciente al departamento de Lima, durante los meses de junio a noviembre del 2022.

3.1.2 Materiales e insumos

Se utilizarán los siguientes materiales:

- a) Bandejas almacigueras de 120 celdas
- b) Residuos de caña de azúcar
- c) Semillas de ají páprika cv. Papri King
- d) Soluciones nutritivas
- e) Mesas
- f) Balanza de precisión de 0,01 g
- g) Estufa de secado
- h) Vernier, etc.

3.1.3 Diseño estadístico

El experimento se condujo utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. La distribución de los tratamientos se hizo al azar. Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey con un nivel de significación del 5%.

3.1.4 Tratamientos:

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tabla 2
Tabla de tratamientos

Código	Tratamiento
T1	100% SC + 0% SRC
T2	75% SC + 25% SRC
T3	50% SC + 50% SRC
T4	25% SC + 75% SRC
T5	0% SC + 100% SRC

SC: Sustrato comercial a base de turba

SRC: Sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

3.1.5 Características del área experimental

La investigación se llevó a cabo en un vivero comercial, localizado en la ciudad de Sayán. El vivero actualmente se dedica principalmente a la producción comercial de plántulas de ají amarillo y ají páprika.

3.1.6. Croquis del experimento

T3.10	T1.2	T2.8	T4.6	T5.10	T3.4	T2.5	T3.9	T2.3	T4.5
T2.7	T1.4	T5.3	T2.6	T3.8	T5.6	T4.1	T3.3	T4.8	T5.9
T4.3	T4.4	T2.10	T1.9	T3.2	T2.9	T4.10	T4.7	T5.1	T1.5
T5.5	T4.2	T1.7	T5.4	T2.2	T1.6	T2.4	T3.7	T4.9	T1.8
T3.6	T1.3	T5.8	T1.10	T3.5	T5.7	T2.1	T5.2	T1.1	T3.1

Nota: Cada unidad experimental representa una bandeja de 120 celdas. Los códigos indican tratamiento y repetición: $T_{i,j}$

3.1.7 Variables a evaluar

La evaluación se realizó a los 45 días después de la siembra, cuando la plántula ya estuvo en condiciones de ser llevada a campo definitivo para el respectivo trasplante. Para ello se extrajeron 10 plantas representativas de cada unidad experimental y en ellas se evaluaron las siguientes variables:

- a) Altura de planta (cm): esta variable fue medida desde el cuello de planta hasta el ápice de la misma y con la ayuda de una regla. Los datos promediados se expresaron en cm.
- b) Diámetro de tallo (mm): esta variable fue medida en el cuello de planta y con la ayuda de un vernier. Los datos promediados se expresaron en mm
- c) Longitud radicular (cm): esta variable fue medida desde el cuello de planta hasta el ápice de la raíz y con la ayuda de una regla. Los datos promediados se expresaron en cm.
- d) Volumen radicular (cm³): esta variable fue medida con la ayuda de una probeta de 10 cm³, en la cual las raíces fueron sumergidas. El volumen incrementado representó el volumen radicular. Los datos promediados se expresaron en cm³
- e) Peso fresco de planta (g): esta variable fue medida con la ayuda de una balanza de aproximación de 0,01 g. Los datos promediados se expresaron en g.
- f) Longitud total de planta (cm): esta variable fue medida desde el ápice de la raíz hasta el ápice de la planta, y con la ayuda de una regla. Los datos promediados se expresaron en cm.
- g) Peso seco total de planta (g): esta variable fue medida con la ayuda de una balanza de aproximación de 0,01 g. Los datos promediados se expresaron en g.
- h) Peso seco de tallo (g): esta variable fue medida con la ayuda de una balanza de aproximación de 0,01 g. Los datos promediados se expresaron en g.
- i) Peso seco de raíz (g): esta variable fue medida con la ayuda de una balanza de aproximación de 0,01 g. Los datos promediados se expresaron en g.

3.1.8 Conducción del experimento

Preparación del sustrato

Se procedió a recoger los cogollos de la caña de azúcar, que se encuentran amontonados en los alrededores de los campos dedicados a este cultivo. Posteriormente, fueron secados en la estufa a 70° C por un tiempo de 72 horas, hasta alcanzar masa constante. Posteriormente se procedió a realizar el molido con el molino manual. Luego fueron tamizados, siendo este último el material con el que se trabajó.

Instalación del experimento

En cada una de las bandejas de 120 celdas, se procedió a realizar el llenado del sustrato, según los tratamientos establecidos. Luego se colocó en cada celda 1 semilla, cubriéndolo con una capa delgada del mismo sustrato.

Riego y fertilización

Los riegos fueron diarios y se hicieron por nebulización. Con respecto a la fertilización, semanalmente se aplicaron abonos foliares, a base de macro y micro elementos.

Control de las plagas y enfermedades

No se observaron presencia de plagas ni enfermedades.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizó el Excel, el programa estadístico Infostat versión estudiantil y el Sisvar.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta (cm)

Tabla 3

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	274,73	4	68,68	81,54 **	<0,0001
Error	37,90	45	0,84		
Total	312,63	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 6,5%

Promedio: 14,11 cm

Interpretación:

Para la altura de planta se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, tal como se puede apreciar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 3.

El promedio general fue de 14,11 cm con un rango de variación entre 9,48 y 15,88 cm; y el coeficiente de variación fue de 6,5%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 4

Prueba de Tukey al 5% para altura de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Significación
50% SC +50% SRC	15,88	10	0,29	A
100% SC	15,35	10	0,29	A
75% SC +25% SRC	14,98	10	0,29	A
25% SC +75% SRC	14,89	10	0,29	A
100% SRC	9,48	10	0,29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos por los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 4, se encuentra que los tratamientos que tuvieron como componente el sustrato comercial, alcanzaron mayor altura de planta en comparación al tratamiento que solo presentó residuo de caña de azúcar.

4.2 Diámetro de tallo (mm)

Tabla 5

Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2,49	4	0,62	52,35 **	<0,0001
Error	0,53	45	0,01		
Total	3,02	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 5,3%

Promedio: 2,07 mm

Interpretación:

Para diámetro de tallo se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos planteados, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 5.

El promedio general fue de 2,07 mm con un rango de variación entre 1,72 y 2,37 mm; y el coeficiente de variación fue de 5,3%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 6

Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo (mm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Significación	
100% SC	2,37	10	0,03	A	
75% SC +25% SRC	2,23	10	0,03	B	
50% SC +50% SRC	2,09	10	0,03	B	C
25% SC +75% SRC	1,97	10	0,03	C	
100% SRC	1,72	10	0,03	D	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos por los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 6, se encuentra que el tratamiento en base a 100% sustrato comercial produjo tallos de mayor diámetro. Le siguieron en importancia los tratamientos con 75 y 50% de sustrato comercial. El menor diámetro se produjo con el tratamiento 100% a base de residuos de caña, siendo inferior significativamente a los demás tratamientos.

4.3 Longitud radicular (cm)

Tabla 7

Análisis de varianza para longitud radicular (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	9,60	4	2,4	6,47 **	0,0003
Error	16,68	45	0,37		
Total	26,28	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 9,79%

Promedio: 6,22 cm

Interpretación:

Para longitud radicular se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados, tal como se puede apreciar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 7.

El promedio general fue de 6,22 cm con un rango de variación entre 5,61 y 6,97 cm; y el coeficiente de variación fue de 9,79%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 8

Prueba de Tukey al 5% para longitud radicular (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Significación
100% SC	6,97	10	0,19	A
25% SC +75% SRC	6,29	10	0,19	A B
100% SRC	6,14	10	0,19	B
50% SC +50% SRC	6,10	10	0,19	B
75% SC +25% SRC	5,61	10	0,19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para longitud radicular entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 8, se encuentra que el tratamiento en base a 100% y 25% de sustrato comercial produjeron mayores longitudes radiculares. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25, 50 y 75% de sustrato comercial y el 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

4.4 Volumen radicular (cm³)

Tabla 9

Análisis de varianza para volumen radicular (cm³) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	7,53	4	1,88	30,7 **	<0,0001
Error	2,76	45	0,06		
Total	10,29	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 19,78% Promedio: 1,25 cm³

Interpretación:

Para volumen radicular se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede apreciar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 9.

El promedio general fue de 1,25 cm³ con un rango de variación entre 0,81 y 1,78 cm³; y el coeficiente de variación fue de 19,78%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 10

Prueba de Tukey al 5% para volumen radicular (cm³) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Significación
100% SC	1,78	10	0,08	A
75% SC +25% SRC	1,65	10	0,08	A
50% SC +50% SRC	1,07	10	0,08	B
25% SC +75% SRC	0,95	10	0,08	B
100% SRC	0,81	10	0,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para volumen radicular entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 10, se encuentra que el tratamiento en base a 100% y 75% de sustrato comercial produjeron mayores volúmenes radiculares. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25 y 50% de sustrato comercial y el 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

4.5 Peso fresco de planta (g)

Tabla 11

Análisis de varianza para peso fresco de planta (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	1,11	4	0,28	16,51**	<0,0001
Error	0,76	45	0,02		
Total	1,87	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 7,11%

Promedio: 1,82 g

Interpretación:

Para peso fresco de planta se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 11.

El promedio general fue de 1,82 g con un rango de variación entre 1,60 y 2,05 g; y el coeficiente de variación fue de 7,11%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 12

Prueba de Tukey al 5% para peso fresco de planta (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	n	E.E.	Significación	
100% SC	2,05	10	0,04	A	
75% SC +25% SRC	1,87	10	0,04		B
50% SC +50% SRC	1,86	10	0,04		B
25% SC +75% SRC	1,75	10	0,04		B C
100% SRC	1,60	10	0,04		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para peso fresco de planta entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 12, se encuentra que el tratamiento en base a 100% de sustrato comercial produjo mayor peso fresco. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25, 50 y 75% de sustrato comercial. De igual forma, no se mostró diferencias significativas entre el de 25% de sustrato comercial y 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

4.6 Longitud total de planta (cm)

Tabla 13

Análisis de varianza para longitud total de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	296,6	4	74,15	64,91**	<0,0001
Error	51,41	45	1,14		
Total	348,01	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 5,26%

Promedio: 20,33 cm

Interpretación:

Para longitud total de planta se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 13.

El promedio general fue de 20,33 cm con un rango de variación entre 15,62 y 22,32 cm; y el coeficiente de variación fue de 5,26%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 14

Prueba de Tukey al 5% para longitud total de planta (cm) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	N	E.E.	Significación	
100% SC	22,32	10	0,34	A	
50% SC +50% SRC	21,98	10	0,34	A	
25% SC +75% SRC	21,18	10	0,34	A	B
75% SC +25% SRC	20,59	10	0,34		B
100% SRC	15,62	10	0,34		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para longitud de planta entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 14, se encuentra que los tratamientos en base a 100, 50 y 25% de sustrato comercial produjeron mayor longitud total de planta y fueron similares entre sí. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25 y 75% de sustrato comercial. La menor longitud de planta se produjo con 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar, siendo inferior significativamente a los demás tratamientos.

4.7 Peso seco total de planta (g)

Tabla 15

Análisis de varianza para peso seco total (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,011312	4	0,002828	18,108**	<0,0001
Error	0,007028	45	0,000156		
Total	0,01834	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 6,76% Promedio: 0,18 g

Interpretación:

Para peso seco total de planta se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 15.

El promedio general fue de 0,18 g con un rango de variación entre 0,162 y 0,207 g; y el coeficiente de variación fue de 6,76%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 16

Prueba de Tukey al 5% para peso seco total (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	Significación
100% SC	0,207	A
75% SC +25% SRC	0,188	B
50% SC +50% SRC	0,188	B
25% SC +75% SRC	0,176	B C
100% SRC	0,162	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para peso seco de planta entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 16, se encuentra que el tratamiento en base a 100% de sustrato comercial produjo mayor peso seco. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25, 50 y 75% de sustrato comercial. De igual forma, no se mostró diferencias significativas entre el de 25% de sustrato comercial y 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

4.8 Peso seco de tallo (g)

Tabla 17

Análisis de varianza para peso seco de tallo (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,004826	4	0,0012065	12,43 **	<0,0001
Error	0,004367	45	9,7044E-05		
Total	0,009193	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 8,19% Promedio: 0,12 g

Interpretación:

Para peso seco de tallo se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 17.

El promedio general fue de 0,12 g con un rango de variación entre 0,105 y 0,135 g; y el coeficiente de variación fue de 6,76%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 18

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de tallo (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	Significación	
100% SC	0,135	A	
75% SC +25% SRC	0,123		B
50% SC +50% SRC	0,122		B
25% SC +75% SRC	0,115		B C
100% SRC	0,105		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para peso seco de tallo entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 18, se encuentra que el tratamiento en base a 100% de sustrato comercial produjo mayor peso seco. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25, 50 y 75% de sustrato comercial. De igual forma, no se mostró diferencias significativas entre el de 25% de sustrato comercial y 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

4.9 Peso seco de raíz (g)

Tabla 19

Análisis de varianza para peso seco de raíz (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de hojas de caña de azúcar (SRC)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,001374	4	0,0003435	6,569 **	<0,0001
Error	0,002353	45	5,2289E-05		
Total	0,003727	49			

** : diferencias significativas al 0,01 de probabilidad

CV: 11,20% Promedio: 0,064 g

Interpretación:

Para peso seco de raíz se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos, tal como se puede observar en el análisis de varianza presentado en la Tabla 19.

El promedio general fue de 0,064 g con un rango de variación entre 0,0566 y 0,07212 g; y el coeficiente de variación fue de 11,20%, valor considerado como aceptable para trabajos de campo (Pimentel, 1990).

Tabla 20

Prueba de Tukey al 5% para peso seco de raíz (g) en evaluación de sustratos a base de sustrato comercial (SC) y residuos de hojas de caña de azúcar (SRC)

Tratamiento	Medias	Significación	
100% SC	0,07212	A	
50% SC +50% SRC	0,06682	A	B
75% SC +25% SRC	0,06596	A	B
25% SC +75% SRC	0,06137		B C
100% SRC	0,05662		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

Comparando los promedios obtenidos para peso seco de raíz entre los diferentes tratamientos con la prueba de Tukey al nivel de significación del 5%, Tabla 20, se encuentra que los tratamientos en base a 100, 50 y 75% de sustrato comercial produjeron mayores pesos secos de raíces y fueron similares entre sí. En la misma Tabla, también se aprecia que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 25, 50 y 75% de sustrato comercial. De igual forma, no se mostró diferencias significativas entre el de 25% de sustrato comercial y 100% con sustrato a base de residuos de caña de azúcar.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se aprecia claramente que, para el conjunto de variables evaluados, los mayores valores les han correspondido a los tratamientos que tuvieron mayor proporción del sustrato comercial, y que estas han ido descendiendo en la medida que se reducía la proporción. Este resultado se explica porque el sustrato comercial contiene materia orgánica en forma de turba rubia (80%) y turba negra (20%) con contenido de nutrientes de 70, 80 y 90 mg L⁻¹ de N, P y K, respectivamente. Además, ese material posee una mejor capacidad de intercambio catiónico y absorbe agua hasta 20 veces su peso seco lo que hace que posea una gran capacidad de absorción y retención de agua, incidiendo directamente en un mejor desarrollo de plántula (Moguel et al., 2018). Es importante señalar que, para un buen crecimiento y desarrollo de las plántulas en condiciones de vivero, el sustrato que se emplea es un factor clave de éxito, porque contribuye en la calidad de la misma (Ortega, 2010), por lo que es necesario evaluar su costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartman y Kester, 2002).

El hecho de incrementar las proporciones de residuos de caña de azúcar para encontrar alternativas al uso de la turba en los viveros resulta de importancia porque la extracción de la turba tiene un impacto negativo sobre el paisaje, el balance hídrico regional, el balance de carbono mundial y la flora nativa de estos ecosistemas (Sallese et al., 2015).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) El incremento de las proporciones de los residuos de hojas de caña de azúcar en la conformación del sustrato afecta significativamente las características morfológicas en las plántulas de ají de ají paprika, en comparación al sustrato comercial a base de turba. Sin embargo, se aprecia en los resultados que es posible incorporar los residuos de caña de azúcar hasta en un 50%.
- b) El incremento de las proporciones de los residuos de caña de azúcar en la conformación del sustrato afecta significativamente la distribución de la materia seca en las plántulas de ají de ají paprika, en comparación al sustrato comercial a base de turba. Sin embargo, se aprecia en los resultados que es posible incorporar los residuos de caña de azúcar hasta en un 50%

6.2 Recomendaciones

- a) Evaluar el efecto del tamaño de las partículas de los residuos de caña de azúcar en la conformación de los sustratos y su efecto en el crecimiento de las plántulas en condiciones de vivero.
- b) Mezclar los residuos de caña de azúcar con otras fuentes orgánicas descompuestas en la conformación de los sustratos y evaluar su efecto en el crecimiento de las plántulas en condiciones de vivero.
- c) Realizar aplicaciones de nutrientes vía foliar en los sustratos que contengan mayores proporciones de residuos de caña de azúcar

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, A., Ribeiro, L., Santos, M. P., Sanches, L., y Lopes, C. (2017). Produção de mudas de tomate em função de diferentes combinações de substratos com bagaço de cana e capim elefante. Simpósio de propagação de plantas e produção de mudas: Inovações em busca da qualidade, 28 e 29 /09/2017. Recuperado de http://www.simpmudas.com.br/cd/Resumos/ResumoSimpMudas_0030.pdf
- Cruz et al. 2012. Utilização do bagaço de cana de açúcar como substrato na produção de mudas de rabanete. *Hortic. bras.*, v. 30, n. 2. S3203-S3210. http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A4922_T8779_Comp.pdf
- Dutra, M., Reis, T., Ramalho, A., Soares, E., Quintino, M. F., y Silva, I. E. (2022). Substratos alternativos e diferentes granulometrias para produção de mudas de carne de vaca (*Pterogyne Nitens*). *Brazilian Journal of Development*, 8(11), 73964-73970. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-211>
- Elias, J., Cardoso, A., Wandermurem., M. Vargas, R., Souza, D., y Luís, W. (2017). Análise da produção de mudas de alface em função da combinação de bagaço de cana e capim elefante. XXI Encontro latinoamericano de Iniciación científica. São Paulo, Brasil. http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_0988_1406_01.pdf
- Espinoza, E. E. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-18.
- Francisco, O. A., y Tejada, N. G. (2020). Una propuesta de regulación estratégica para el problema de la quema de caña de azúcar en el distrito de La Huaca, Piura, 2015 - 2018. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, 7(1), 37 - 60. <https://doi.org/10.24265/iggp.2020.v7n1.03>
- García, C.M., Quirós, V. A., Rosales, L. E. (2022). Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16), 1979-1991. Recuperado de <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15041>

- Gutiérrez, C., Lira, J. A., Quiroz, E. & Martínez, S.I., (2020). Conversión de residuos agroindustriales para la generación de biocombustibles, productos de valor agregado y bioenergía. *Digital Ciencia@UAQRO*, 13(1), 27-35. Recuperado de <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/41>
- Hartmann, H. and Kester, D. (2002). *Plant propagation. Principles and practices*. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Hernández, J.A., y Santiago, U. (2015). Bagazo de caña, sustrato orgánico para la producción de pepino en invernadero. Centro de Investigación Regional del Noreste. México. Recuperado de <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/997.pdf>
- Hortiz, L., Salgado, S., Castelán, M., y Cordova, S. (2012). Perspectivas de la cosecha de la cana de azucar cruda en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4, 767-773. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3nspe4/v3nspe4a20.pdf>
- Leon, T. S., Dopico, D., Triana, O., y Medina, M. (2013) Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. *ICIDCA*, 47(2), 13-22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223128548003.pdf>
- León, T. S., Dopico, D., Triana, O., y Medina, M. (2013). Paja de la caña de azúcar. Sus usos en la actualidad. *ICIDCA*, 47(2), 13-22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223128548003.pdf>
- Malimba, J. E. (2023). *Quema de caña de azucar y su incidencia en la contaminacion atmosferica en la localidad de Andahuasi – Sayan – 2020* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7353>
- Ministerio de Agricultura y Riego-Midagri. (2018). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2018*. Recuperado de https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_estadisticas/anuarios/agricola/agricola_2018.pdf

- Ministerio de Agricultura. (s.f). *Páprika: Perú un campo fértil para sus inversiones*. Recuperado de: <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgca/paprika.pdf>
- Moguel, Y., Ramírez, G., y Tepal Chalé, Justo. (2018). Efecto de la calidad del agua y sustratos en la producción de plántulas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(21), 4284-4295. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1529>
- Ortega, M. L. D., Sánchez, O. J., Díaz, R., R, y Ocampo, M. J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Rev. Ra Ximhai*. 6(3):365-372. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46116015005>
- Pimentel, F. (1990). *Curso de estadística experimental*. Recuperado de <https://idoc.pub/queue/curso-de-estadistica-experimental-pimentel-gomespdf-qn8rko29mpl1>
- Ramallo, A., Soares, E., Dutra, M., Reis, T., y Miranda, M. (2016). Utilização de bagaço de cana na produção de mudas de *Pterogyne nitens* Tul. XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste, Brasília, Brasil. <http://dx.doi.org/10.5151/engpro-eneeamb2016-rs-022-4993>
- Rodriguez, D. (2013). *Evaluación de sustratos orgánicos alternativos en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero* (tesis de maestría). Recuperado de <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3400>
- SAGARPA (2016). *Aprovechamiento de residuos de cosecha de la caña de azúcar*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114369/Nota_Informativa_Marzo_2016_Aprovechamiento_de_residuos_de_cosecha_de_la_ca_a_de_az_car.pdf
- Salgado, S. (2018). Qué hacer con la paja de la cosecha mecanizada de la CAÑA DE AZÚCAR. *Agroproductividad*, 7(2), 4-8. Recuperado de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/506#:~:text=En%2>

[0la%20industria%20azucarera%20mexicana,como%20alimento%20del%20ganado%20bovino.](#)

Salleses, L. F., Rizzo, P. F., Riera, N., Della, V., Crespo, D. E., y Pathauer, P. S. (2015). Efecto de compost de guano avícola en la producción de clones híbridos de *Eucalyptus granáís* x *Eucalyptus camaldulensis*. *Ciencia del suelo*, 33(2) Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672015000200006&lng=es&tlng=es.

Toledo, E., Cabrera, J. A., Leyva, A., y Pohlan, H. A. J. (2008). Estimación de la producción de residuos agrícolas en agroecosistemas de caña de azúcar. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 17-21.

Velasco, J., Gómez, F. C., Hernández, A. S., Salinas, J., y Guerrero, A. (2017). Residuos orgánicos de la agroindustria azucarera: retos y oportunidades. *Agroproductividad*, 10(11), 99-104. Recuperado de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/56/52/88>

Velásquez, C., y Nicho, P. (2010). *Cultivo de ají paprika*. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/167/1/Cultivo_aji_paprika_2010.pdf

Villalobos, C. M. (2017). *Influencia de la quema de biomasa de caña de azúcar en la concentración de pm2.5 en el aire de la zona urbana de Laredo* (tesis de pregrado). Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22512/villalobos_cm.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ANEXO

Tabla 35
Datos de campo

Tratamiento	AP (cm)	DT (mm)	LR (cm)	LTP (cm)	VR (cm ³)
100% SC	14,5	2,23	7,85	22,35	1,08
100% SC	14,2	2,34	8,05	22,25	1,85
100% SC	14,6	2,35	7,45	22,05	1,26
100% SC	16,9	2,49	6,34	23,24	2,02
100% SC	16,3	2,56	6,24	22,54	1,24
100% SC	16,3	2,52	7,05	23,35	2,03
100% SC	14,7	2,18	7,42	22,12	1,85
100% SC	16,3	2,45	6,74	23,04	2,33
100% SC	14,2	2,15	6,32	20,52	1,84
100% SC	15,5	2,42	6,26	21,76	2,26
75% SC +25% SRC	16,2	2,23	5,26	21,46	1,65
75% SC +25% SRC	14,3	2,22	6,23	20,53	1,65
75% SC +25% SRC	16,2	2,35	5,94	22,14	1,745
75% SC +25% SRC	14,7	2,03	5,12	19,82	1,64
75% SC +25% SRC	13,6	2,41	5,24	18,84	1,56
75% SC +25% SRC	13,9	2,16	5,92	19,82	1,79
75% SC +25% SRC	15,1	2,21	5,14	20,24	1,64
75% SC +25% SRC	15,9	2,23	6,84	22,74	1,63
75% SC +25% SRC	15,8	2,13	5,23	21,03	1,57
75% SC +25% SRC	14,1	2,31	5,21	19,31	1,65
50% SC +50% SRC	16,7	2,23	5,24	21,94	1,02
50% SC +50% SRC	16,2	2,23	6,14	22,34	0,84
50% SC +50% SRC	15,2	2,21	7,05	22,25	1,54
50% SC +50% SRC	15,7	2,01	5,42	21,12	1,02
50% SC +50% SRC	15,6	2,03	5,64	21,24	1,26
50% SC +50% SRC	15,6	2,05	6,24	21,84	1,22
50% SC +50% SRC	16,6	2,02	6,84	23,44	1,26
50% SC +50% SRC	16,3	2,03	5,95	22,25	0,88
50% SC +50% SRC	16,7	2,04	5,62	22,32	0,86
50% SC +50% SRC	14,2	2,05	6,84	21,04	0,84
25% SC +75% SRC	15,9	2,13	6,05	21,95	0,85
25% SC +75% SRC	15,2	2,01	6,12	21,32	1,02
25% SC +75% SRC	14,5	1,82	7,63	22,13	1,25
25% SC +75% SRC	16,2	2,03	6,74	22,94	0,88
25% SC +75% SRC	12,9	1,91	5,75	18,65	0,86
25% SC +75% SRC	14,9	1,95	5,96	20,86	1,02
25% SC +75% SRC	14,5	2,01	5,24	19,74	0,86
25% SC +75% SRC	14,4	1,92	6,66	21,06	0,65
25% SC +75% SRC	16,1	2,03	6,85	22,95	1,23
25% SC +75% SRC	14,3	1,85	5,85	20,15	0,85
100% SRC	10,1	1,72	5,91	16,01	0,75
100% SRC	9,2	1,65	5,53	14,73	0,63
100% SRC	9,7	1,63	6,23	15,93	0,64
100% SRC	9,5	1,75	6,12	15,62	0,78
100% SRC	8,1	1,58	5,73	13,83	0,88
100% SRC	8,8	1,61	5,94	14,74	0,93
100% SRC	9,8	1,83	6,81	16,61	1,01
100% SRC	10,8	1,78	6,56	17,36	0,98
100% SRC	9,3	1,83	6,13	15,43	0,87
100% SRC	9,5	1,81	6,43	15,93	0,65
Promedio	14,12	2,07	6,22	20,34	1,25

SC: Sustrato comercial a base de turba
 SRC: Sustrato a base de residuo de caña de azucar.

Tabla 36
Datos de campo

Tratamiento	PF (g)	PS (g)	PA (g)	PR (g)
100% SC	1,96	0,2005	0,1363	0,0642
100% SC	2,15	0,2176	0,1436	0,0740
100% SC	2,25	0,2275	0,1388	0,0887
100% SC	2,36	0,2355	0,1602	0,0754
100% SC	2,14	0,2183	0,1441	0,0742
100% SC	2,05	0,2073	0,1264	0,0808
100% SC	1,85	0,1889	0,1284	0,0604
100% SC	2,04	0,2087	0,1377	0,0710
100% SC	1,85	0,1872	0,1142	0,0730
100% SC	1,84	0,1860	0,1265	0,0595
75% SC +25% SRC	1,92	0,1916	0,1265	0,0651
75% SC +25% SRC	1,85	0,1887	0,1151	0,0736
75% SC +25% SRC	1,93	0,1951	0,1327	0,0624
75% SC +25% SRC	1,84	0,1879	0,1240	0,0639
75% SC +25% SRC	1,75	0,1790	0,1092	0,0698
75% SC +25% SRC	1,65	0,1670	0,1135	0,0534
75% SC +25% SRC	1,94	0,1961	0,1294	0,0667
75% SC +25% SRC	1,98	0,1976	0,1205	0,0771
75% SC +25% SRC	1,96	0,1999	0,1359	0,0640
75% SC +25% SRC	1,85	0,1870	0,1234	0,0636
50% SC +50% SRC	1,85	0,1889	0,1152	0,0737
50% SC +50% SRC	1,86	0,1903	0,1294	0,0609
50% SC +50% SRC	1,93	0,1953	0,1289	0,0664
50% SC +50% SRC	1,95	0,1971	0,1203	0,0769
50% SC +50% SRC	1,82	0,1816	0,1235	0,0581
50% SC +50% SRC	1,84	0,1877	0,1239	0,0638
50% SC +50% SRC	1,72	0,1739	0,1061	0,0678
50% SC +50% SRC	1,83	0,1868	0,1271	0,0598
50% SC +50% SRC	1,95	0,1995	0,1317	0,0678
50% SC +50% SRC	1,85	0,1872	0,1142	0,0730
25% SC +75% SRC	1,74	0,1759	0,1196	0,0563
25% SC +75% SRC	1,85	0,1846	0,1219	0,0628
25% SC +75% SRC	1,6	0,1632	0,0996	0,0636
25% SC +75% SRC	1,93	0,1951	0,1327	0,0624
25% SC +75% SRC	1,56	0,1593	0,1051	0,0542
25% SC +75% SRC	1,85	0,1893	0,1154	0,0738
25% SC +75% SRC	1,74	0,1761	0,1197	0,0563
25% SC +75% SRC	1,65	0,1668	0,1101	0,0567
25% SC +75% SRC	1,92	0,1916	0,1169	0,0747
25% SC +75% SRC	1,62	0,1652	0,1124	0,0529
100% SRC	1,73	0,1749	0,1154	0,0595
100% SRC	1,59	0,1623	0,0990	0,0633
100% SRC	1,65	0,1688	0,1148	0,0540
100% SRC	1,72	0,1741	0,1149	0,0592
100% SRC	1,68	0,1698	0,1036	0,0662
100% SRC	1,73	0,1727	0,1174	0,0552
100% SRC	1,62	0,1652	0,1091	0,0562
100% SRC	1,48	0,1496	0,0913	0,0584
100% SRC	1,43	0,1476	0,1004	0,0472
100% SRC	1,35	0,1382	0,0912	0,0470
Promedio	1,82	0,1849	0,1203	0,0646

SC: Sustrato comercial a base de turba
 SRC: Sustrato a base de residuo de caña de azúcar.



Figura 1. Residuos de caña de azúcar



Figura 2. Preparación de tratamientos



Figura 3. Sustrato comercial



Figura 4. Bandejas con los sustratos



Figura 5. *Visita*



Figura 6. *Mediciones de variables*