



Evaluación de la mezcla de sustratos lignocelulósicos como bagazo de caña en la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro

Calispa Bolagay, Karla Pamela

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal Mgtr.

18 de agosto del 2023



INTRODUCCIÓN

MICROGREENS

- Los microgreens son plántulas jóvenes comestibles.
- Se pueden cosechar después de sólo 7-21 días después de la germinación.
- Cuando los cotiledones están completamente expandidos y se han formado las primeras hojas.



- El uso de microgreens comenzó a mediados de los años 90 en el sur de California.
- Su consumo ha ido aumentando con el tiempo por su textura y sabor fresco.
- Sustratos utilizados turba y la fibra de coco.



JUSTIFICACIÓN

Los residuos del bagazo de caña ocasionan impactos significativos en la contaminación ambiental.



Utilizando como un sustrato alternativo en la producción de microgreens.



(Ebert, 2022)

SISTEMAS DE OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la mezcla de sustratos lignocelulósicos como bagazo de caña en la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro.

Objetivos específicos

- Analizar variables agronómicas y fisiológicas en la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro.
- Establecer la mejor alternativa de sustrato para la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro.
- Caracterizar las variables físicas y químicas de los sustratos lignocelulósicos a diferentes mezclas porcentuales.
- Difundir a través de plataformas digitales la producción de microgreens en bagazo de caña, como alternativa de producción.

REVISIÓN DE LITERATURA

MICROGREENS

Parámetros implicados

- Densidad de siembra: semillas pequeñas 1 semilla por cm² y hortalizas grandes 4 semillas por cm².
- Bandejas: no deben ser mayores a 6cm.
- Tiempo de cosecha: 1 y 3 semanas dependiendo de la especie.
- Riego: se recomienda el riego por subterráneo para evitar el exceso de agua.

Ventajas

- Ciclo corto.
- Producción durante todo el año.
- Facilidad de cultivo.
- Alto rentabilidad para los productores.

Especies

- Frijol Mungo.
- Lechuga.
- Cebolla Puerro.



REVISIÓN DE LITERATURA

Sustrato

Los microgreens se producen generalmente utilizando sistemas sin suelo que ayude a promover un crecimiento más rápido y mayores rendimientos frescos.



FIBRA DE COCO

- Es un subproducto el cual se origina del pericarpio de este fruto.
- Es un sustrato que posee una buena porosidad al crecimiento de raíces.
- Capacidad de retención de humedad del 80%.



BAGAZO DE CAÑA

- Es un residuo del proceso de fabricación del azúcar a partir de la caña.
- Para su preparación se debe secar por lo menos 6 días.
- Disponibilidad de agua.



REVISIÓN DE LITERATURA

FRIJOL MUNGO

- Es una leguminosa mas cultivada a nivel mundial.
- Ciclo corto.
- Sus semillas germinan a los 3 a 4 días.



LECHUGA

- Es una hortaliza popular.
- Presentan un diminuto follaje.
- Sus semillas germinan alrededor de 1 a 7 días.



CEBOLLA PUERRO

- Sus semillas germinan en 3 a 4 días.
- Presenta un sabor un poco mas dulce.
- Presentan una altura de 3-4 pulgadas de alto.



Ubicación del sitio

Figura 1 *Ubicación del proyecto de investigación.*

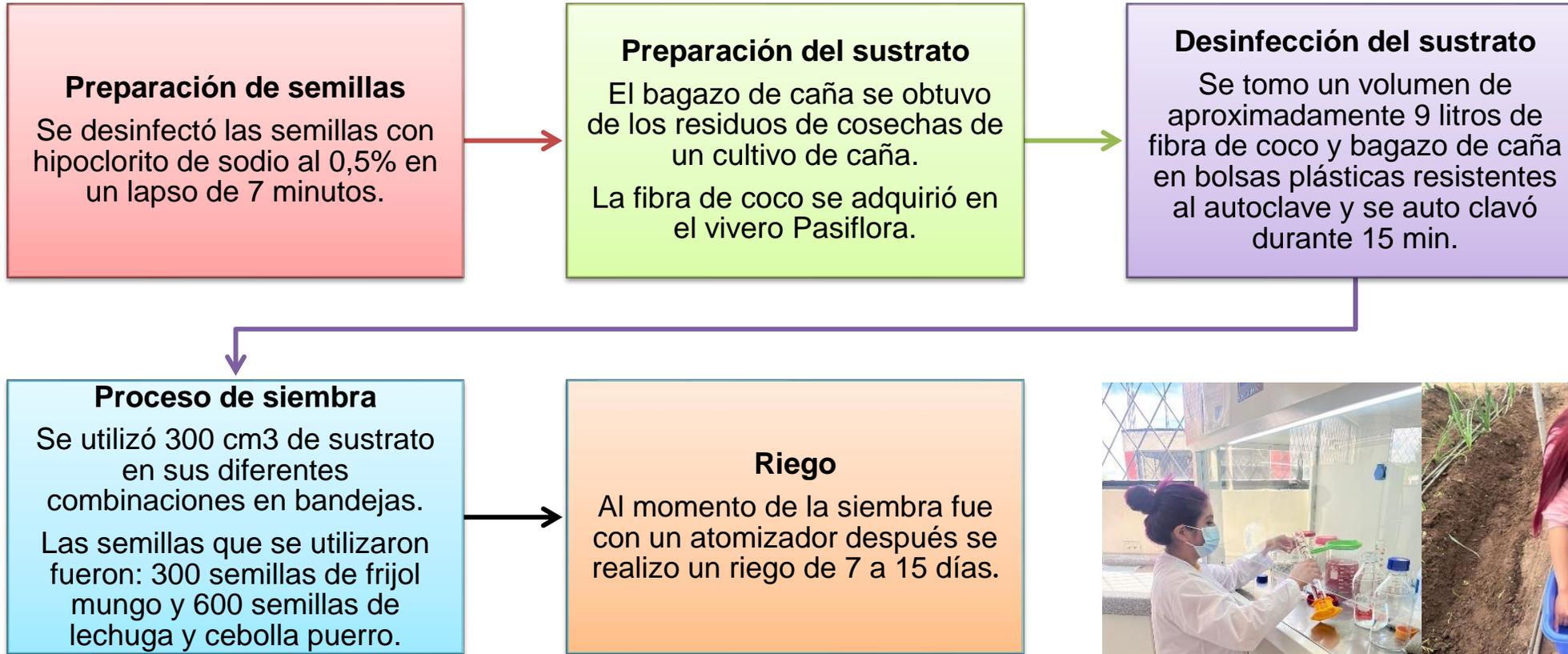


El tipo de experimento se dispuso bajo el diseño completamente al azar DCA bifactorial con 4 repeticiones obteniendo así 60 unidades experimentales.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos para el presente estudio.

TRATAMIENTOS	MEZCLA	Especie
T1	100% caña	Frijol Mungo Lechuga
T2	50% caña/50% fibra de coco	Cebolla Puerro
T3	25% caña/75% fibra de coco	
T4	75% caña/25% fibra de coco	
T5	100% fibra de coco	



Densidad aparente

Se secaron los sustratos en la estufa a 105°C.

Densidad real

Se compacto el espacio poroso existente dentro del vaso de precipitación.

Capacidad de retención de humedad

Se utilizo muestras de 100gr de cada uno y se añadió a un vaso 100ml de agua.

Granulometría

Se utilizo 100gr de cada uno para llevarlos a un tamizador:
N5,4mm;
N12,1.7mm; N30,0.6mm;
N80,0.18mm durante 5 minutos.

Conductividad Eléctrica y pH

Se mezclo cada uno de los sustratos con agua destilada en un vaso de precipitación de 300 ml.





Sustratos	Da (g. cm ³)	Dr (g. cm ³)	PT (%)	CRH (%)	Granulometría (%)					
					>4 mm	1.7- 4mm	0.6- 1.7mm	0.28- 0.6mm	0.18- 0.25mm	<0.18mm
T1	0.05	0.11	55	27.2	11.6	31	46.46	7.76	1.68	1.5
T2	0.10	0.18	44	42.4	4.78	23.32	47.2	18.7	3.2	2.8
T3	0.15	0.23	35	54	3.8	21.66	50.5	20.6	2.6	0.84
T4	0.07	0.13	46	32.7	11.4	25.84	45.94	13.1	1.94	1.72
T5	0.15	0.17	12	46	1.2	17.58	47.94	28.54	3.44	1.3

Nota. T1= 100% caña, T2= 50% caña/ 50% fibra, T3= 25% caña/75% fibra, T4= 75%caña/25%fibra,

T5= 100% fibra, Da= Densidad aparente, Dr= Densidad real, PT=Porosidad total. Autoría Propia.

Para las propiedades físicas, la densidad aparente (Da) de los sustratos presentaron valores entre 0.05 a 0.15(g * cm³), su densidad real (Dr) entre 0.11 a 0.23 (g * cm³), la porosidad total (PT) varía los valores de 12 a 55 % y la capacidad de retención de humedad (CRH) entre 27.2 a 54%.

Estos datos son similares a los obtenidos por **(Cruz Espinoza, 2021)** quien afirma que, estos rangos ayudan a mantener las condiciones necesarias para un desarrollo y crecimiento de la planta.

Sustratos	pH	CE ($ds * m^{-1}$)
T1	7	0.029
T2	7.2	0.033
T3	7.2	0.052
T4	7.4	0.062
T5	7.2	0.178

Nota. T1=100% caña, T2= 50% caña/50% fibra, T3=25% caña/75% fibra, T4= 75%caña/25% fibra, T5= 100% fibra, pH= Potencial de hidrogeno, CE= Conductividad eléctrica. Autoría propia

Los valores de pH se encuentran entre 7 a 7,4 y la CE fluctúan entre $0.029 ds * m^{-1}$ a $0.178 ds * m^{-1}$.

Los datos obtenidos son similares a **(Escobar y Lozada, 2005)** quien menciona que, los sustratos que tengan un pH entre (6,3 a 7,2) presentan mejores resultados de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES FISIOLÓGICAS

Fuentes de Variación	Masa Fresca (g)	Masa Seca (g)	Rendimiento biológico (%)
Sustrato	NS	NS	NS
Especie	-	-	-
S x E	NS	NS	NS
Especie			
Frijol Mungo	39.48	4.38	148.16
Sustratos			
100% caña	43.1±4.55a	4.68±0.33a	165.06±18.8a
50% caña/50% fibra	35.08 ±6.48a	4.33±0.66a	132.15±25.6a
25% caña/75% fibra	37.3±12.77a	4.15±0.7a	139.64±53.04a
75% caña/25% fibra	37.18±12.32a	4.05±1.29a	139.19±46.38a
100% fibra	44.8±1.20a	4.7±0.14a	164.78±5.09a
Especie			
Cebolla puerro	14.66	1.39	827.53
Sustratos			
100% caña	12.65±4.24ab	1.35±0.34ab	728.92±221.54a
50% caña/50% fibra	18.03±2.68a	1.63±0.12a	966.27±128.62a
25% caña/75% fibra	16.43±4.5ab	1.6±0.39a	965.63±254.5a
75% caña/25% fibra	12.13±3.11b	1.15±0.24b	676.01±109.33a
100% fibra	14.08±2.45ab	1.2±0.18ab	800.86±213.71a
Especie			
Lechuga	21.99	1.16	800.04
Sustratos			
100% caña	22.31±0.89a	1.28±0.35a	900.03±3.30a
50% caña/50% fibra	22.15±4.10a	1.15±0.21a	600.26±0.75a
25% caña/75% fibra	21.4±5.89a	1.13±0.17a	700.79±4.63a
75% caña/25% fibra	21.28±3.59a	1.23±0.13a	900.16±0.27a
100% fibra	22.83±2.41a	1.03±0.19a	700.94±3.92a

Nota. * Significativo al $p \leq 0.05$. Letras con una letra en común no son significativamente ($p \leq 0.05$); obtenidos por prueba de DUNCAN. Autoría propia.

Masa Fresca

Cebolla: El tratamiento 2 compuesto por 50% caña/50%fibra de coco presento mayor rendimiento que el tratamiento 3 y 4.

Masa Seca

Cebolla: El tratamiento 2 compuesto por 50% caña/50%fibra de coco y 3 compuesto por 25% caña/75% fibra de coco presento mayor rendimiento que el tratamiento 4.

Estos datos son similares a **(Rodríguez-Delfín *et al.*, 2005)** donde afirma que, el contenido de materia fresca y materia seca en plantas de cebolla esta influenciada por porcentaje de porosidad y retención de humedad moderado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VARIABLES AGRONÓMICAS

Fuentes de Variación	Germinación (%)	Altura microgreens (cm)	Días de germinación (días)
Sustrato	NS	*	*
Especie	NS	*	*
S x E	NS	NS	*
Especie			
Frijol Mungo	91.25	8.71	6.9
Sustratos			
100% caña	92±2.94a	7.9±0.24b	6±0.0b
50% caña/50% fibra	91.5±1.73a	8.91±0.34ab	7.5±0.5a
25% caña/75% fibra	87.75±9.29a	8.28±1.95ab	7.25±0.5a
75% caña/25% fibra	91±5.42a	8.64±1.18ab	7.75±0.5a
100% fibra	94±0.82a	9.83±0.02a	6±0.0b
Especie			
Cebolla	90.25	7.03	11
Sustratos			
100% caña	84.25±13.48a	5.46±0.25c	11±0.82ab
50% caña/50% fibra	94±2.16a	6.95±0.79b	10.5±0.58b
25% caña/75% fibra	93.5±3.51a	7.15±0.77b	11.75±0.5a
75% caña/25% fibra	87.75±4.57a	7.39±0.6ab	11±0.82ab
100% fibra	91.75±3.86a	8.20±0.28a	10.75±0.96ab
Especie			
Lechuga	91.8	6.04	6.65
Sustratos			
100% Caña	92.75±0.5 a	5.89±0.75a	6±0.0b
50% caña/50% fibra	92.25±4.11a	5.50±0.58a	7±0.82ab
25% caña/75% fibra	90.5±7.59a	6.43±0.53a	6.75±0.96ab
75% caña/25% fibra	90.75±4.11a	6.06±0.24a	7.5±0.58a
100% fibra	92.75±2.99a	6.33±0.73a	6±0.0b

Nota. * Significativo al $p \leq 0.05$. Letras con una letra en común no son significativamente ($p \leq 0.05$); obtenidos por prueba de DUNCAN. Autoría propia.

Germinación

Estos datos obtenidos fueron similares a los reportados por (Muñoz *et al.*, 2022) donde su porcentaje de germinación fue del 95% tratada con la combinación (Fibra de coco + Bagazo de caña).

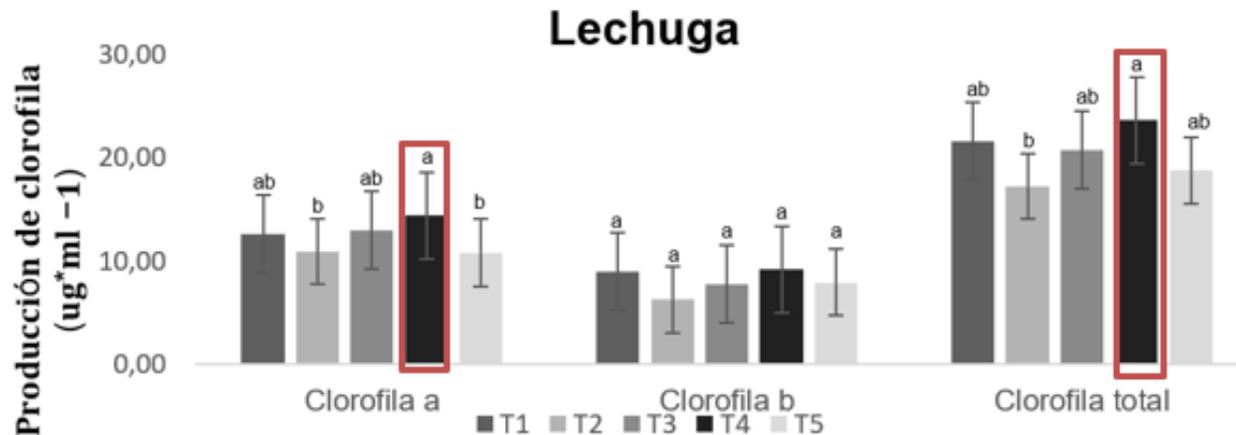
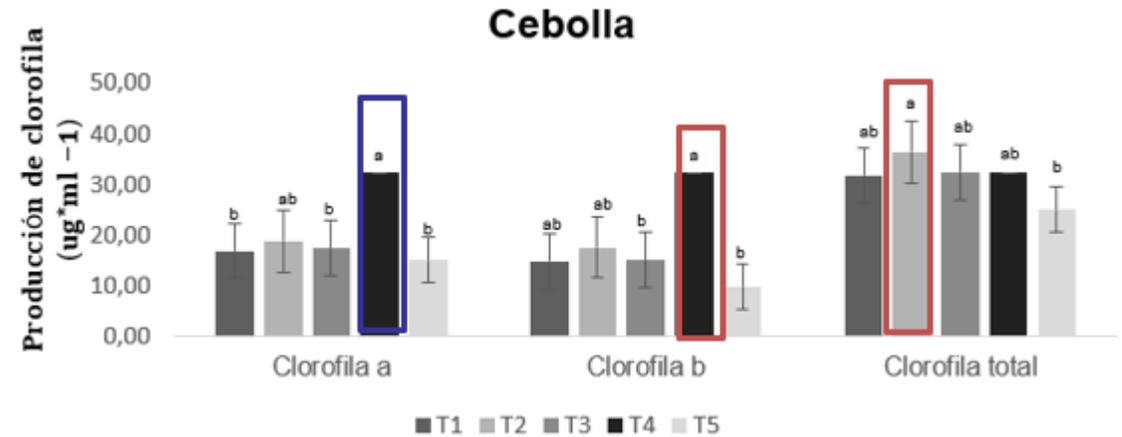
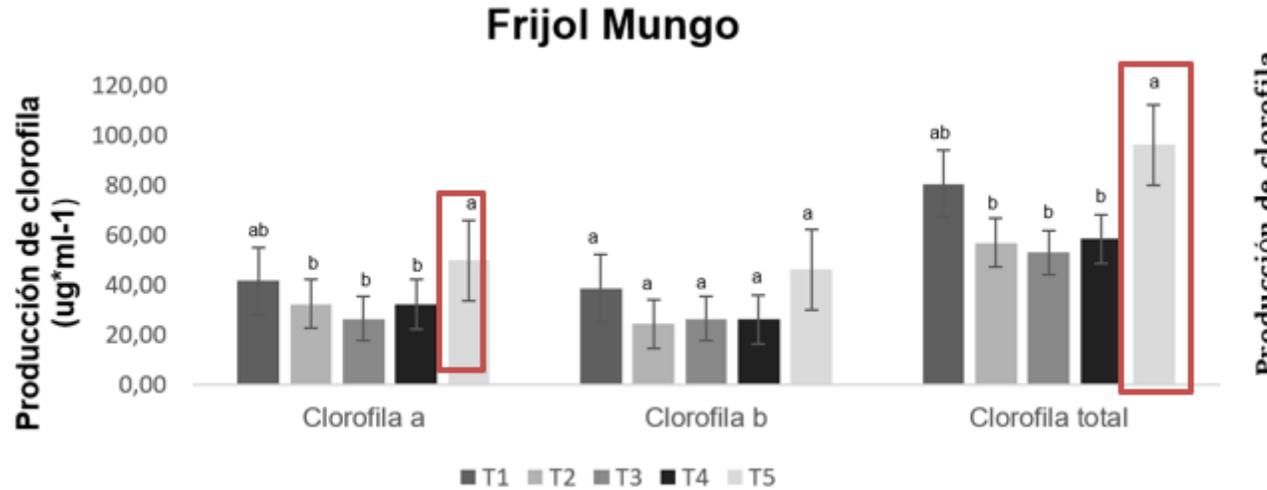
Altura de microgreens

Estos datos obtenidos difieren a los reportados por (Gonzales, 2017) donde la altura promedio de microgreens fue de 6.7cm utilizando el sustrato fibra de coco, esto es debido a que para el experimento se utilizaron variedades distintas.

Días de la germinación

Los datos obtenidos varían ligeramente a los reportados por (Arellano *et al.*, 2020), donde afirma, las especies de frijol mungo y lechuga germinan en un periodo de 3 a 7 días. Y difiere en la cebolla debido a que se uso una variedad distinta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Estos datos son similares (**Bravo y Urdaneta, 2006**) quien recalca que, los sustratos con mayor contenido de fibra presentan, un impacto positivo en los contenidos de clorofila de las especies.

Nota. T1= 100% caña, T2= 50% caña/50% fibra, T3= 25% caña /75%fibra, T4=75%caña/25%fibra, T5= 100% fibra

CONCLUSIONES

En la evaluación de la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla la mezcla que obtuvo mejores resultados fue el tratamiento 2 compuesto por 50% caña/50% fibra.

Las variables agronómicas y fisiológicas en la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro se pudo visualizar que todos los tratamientos compuestos por fibra de coco y bagazo de caña presentaron resultados positivos.

El sustrato lignocelulósico bagazo de caña si pudo reemplazar a la fibra de coco en la producción de microgreens de lechuga, frijol mungo y cebolla puerro, ya que presento resultados similares a la fibra de coco en las variables analizadas.

Las características físicas de los diferentes sustratos lignocelulósicos fueron variables y en condiciones de pH se mantuvieron entre 7 a 7.4.

RECOMENDACIONES

Para obtener una buena producción de microgreens de frijol mungo, cebolla puerro y lechuga se recomienda la mezcla 50%caña/50%fibra.

Con la finalidad de reducir costos de producción y mitigar la contaminación ambiental se recomienda el aprovechamiento de los residuos de bagazo de caña de fincas e ingenios.

En futuros estudios de producción de microgreens se recomienda utilizar como sustrato alternativo residuos de la agricultura como tamo de arroz, tallos de plátanos, tallos de rosas y cascarilla de café.



Gracias



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA