

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

Procel Castillo, Carlos Augusto

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Landázuri Abarca, Pablo Aníbal, Mgtr.

18 de agosto del 2023



INTRODUCCIÓN



Bagazo de maíz



Originario de México hace 10 mil años



Sustrato alternativo para producción de plántulas



Microgreens

- Aparecen en los años 80 en Nueva York
- 2010 el Dr. Zhenlei Xiao

Fríjol mungo (*Vigna radiate*)



Cebolla puerro (*Allium ampeloprasum*)



Lechuga (*Lactuca sativa*)



JUSTIFICACIÓN

La producción de maíz a nivel mundial genera muchos desperdicios de cosecha. Se propone una alternativa para emplearlo como sustrato.



10-15 % grano de maíz
>80 residuos (bagazo)

Las características del bagazo de maíz hace posible la producción de:

MICROGREENS



Los microgreens se consumen de 10 a 15 días después de la siembra

OBJETIVOS

Objetivo General

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

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 maíz, como alternativa de producción.

SUSTRATOS

Características

- Físicas
- Químicas
- Biológicas



Tipos de sustratos

- Materiales orgánicos (activos)
- Materiales inorgánicos (inertes)



Sustratos lignocelulósicos

- Bagazo de maíz
- Fibra de coco



MICROGREENS

Factores a considerar

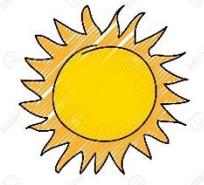
- Fertilización



- Densidad de siembra



- Luminosidad



- Riego



Características de germinación

Especies	Días/% de germinación
Frijol mungo	3-4/85%
Cebolla puerro	3-4/82%
Lechuga	1-7/87%



METODOLOGÍA

Ubicación geográfica del laboratorio de fisiología vegetal y principios activos.



Establecimiento del experimento

Preparación de las semillas



Preparación del sustrato



Desinfección del sustrato



PROPIEDADES QUÍMICAS

- Potencial de hidrogeno (pH)
- Conductividad eléctrica (CE)



PROPIEDADES FÍSICAS

- Densidad aparente
- Densidad real
- Capacidad de retención de humedad
- Granulometría



LABORES AGRONÓMICAS

- Siembra
- Riego



Estructura de parcelas y tratamientos

La combinación de sustratos (fibra de coco y bagazo de maíz) T1, T2, T3, T4 y T5, siendo estos los factores de estudio teniendo así 5 tratamientos con un diseño completamente al azar DCA bifactorial con 4 repeticiones y 3 especies.

- T1. 100% bagazo de maíz,.
- T2. 50% bagazo de maíz 50% fibra de coco.
- T3. 25% bagazo de maíz 75% fibra de coco.
- T4. 75% bagazo de maíz 25% fibra de coco
- T5. 100% fibra de coco

MODELO MATEMÁTICO

$$Y_{ij} = u + S_i + E_j + SE_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}= variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental

u= media general de la variable de respuesta de la población

S_i= efecto del i-ésimo combinación del sustrato sobre la variable de respuesta

E_j= efecto del j-ésimo especie sobre la variable de respuesta

SE_{ij}= efecto de la interacción entre la combinación de sustratos y la especie sobre la variable de respuesta

e_{ij}= error experimental

VARIABLES DE RESPUESTA

- Porcentaje de germinación % = $\left(\frac{\# \text{ semillas germinadas}}{\text{semillas total}}\right) * 100$

- Rendimiento biológico = $\left(\frac{\text{Peso fresco total de los brotes}}{\text{Peso de las semillas}}\right) * 100$

- Contenido de clorofila

Clorofila A = $13.36a * 664\text{nm} - 5.19a * 649\text{nm}$

Clorofila B = $27.43a * 649\text{nm} - 8.12 * 664\text{nm}$

- Días a la germinación
- Masa seca y fresca





ANAVA

Fuentes de variación	Germinación (%)	Altura (cm)	Días a la germinación (días)
Especies	*	*	*
Sustrato	*	*	*
Especie * Sustrato	*	*	*
Especies * Sustrato			
FRIJOL MUNGO			
100% bagazo de maíz	68.50 ± 9.00 b	9.31 ± 1.80 b	20.0 ± 0.01 b
50% bagazo de maíz/50% fibra de coco	90.50 ± 1.73 a	12.93 ± 1.12 a	18.0 ± 0.01 d
25% bagazo de maíz/ 75% fibra de coco	75.75 ± 2.22 b	9.68 ± 1.95 b	19.0 ± 1.15 c
75% bagazo de maíz/ 25% fibra de coco	88.25 ± 8.46 a	10.24 ± 1.18 b	22.0 ± 0.01 a
100% fibra de coco	88.50 ± 4.43 a	12.20 ± 0.34 ab	18.0 ± 0.01 d
CEBOLLA PUERRO			
100% bagazo de maíz	70.5 ± 4.20 b	5.06 ± 0.37 c	23.75 ± 0.50 a
50% bagazo de maíz/50% fibra de coco	83.0 ± 6.98 a	5.94 ± 0.46 b	23.25 ± 1.50 a
25% bagazo de maíz/ 75% fibra de coco	80.25 ± 1.26 a	6.29 ± 0.55 b	22.50 ± 1.73 a
75% bagazo de maíz/ 25% fibra de coco	81.5 ± 4.12 a	6.47 ± 0.28 b	22.50 ± 1.50 b
100% fibra de coco	83.0 ± 2.58 a	8.2 ± 0.28 a	23.25 ± 1.50 a
LECHUGA			
100% bagazo de maíz	63.75 ± 2.16 b	4.59 ± 0.16 c	21.00 ± 0.01 b
50% bagazo de maíz/50% fibra de coco	83.25 ± 2.99 a	7.44 ± 2.38 ab	22.50 ± 1.73 a
25% bagazo de maíz/ 75% fibra de coco	83.00 ± 3.92 a	6.67 ± 0.51 b	21.75 ± 1.50 ab
75% bagazo de maíz/ 25% fibra de coco	80.75 ± 4.99 a	7.74 ± 0.35 ab	23.25 ± 1.50 a
100% fibra de coco	86.00 ± 2.83 a	8.99 ± 0.18 a	22.75 ± 2.06 a

Mostraron un efecto significativo para la interacción sustrato * especie ($F_{8.45}=2.98$; $P=0.0091$), ($F_{8.45}=3.55$; $P=0.0029$) y ($F_{8.45}=2.98$; $P=0.0091$).

(Baracaldo, 2015) (Garzon, 2018) y (Garcia y Madriz, 2000)

Nota. Los valores en la columna seguidos por una letra presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ DUNCAN). Autoría propia.



Variables fisiológicas

ANAVA

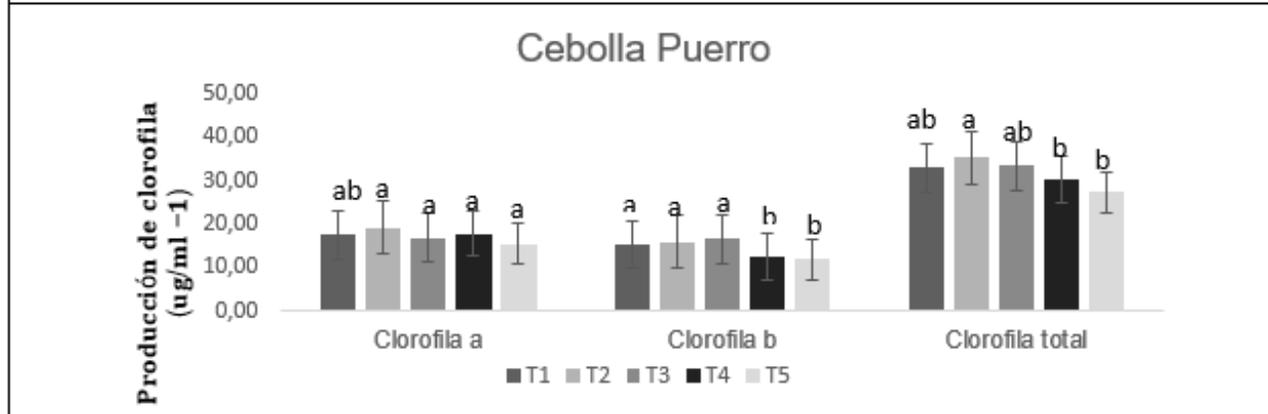
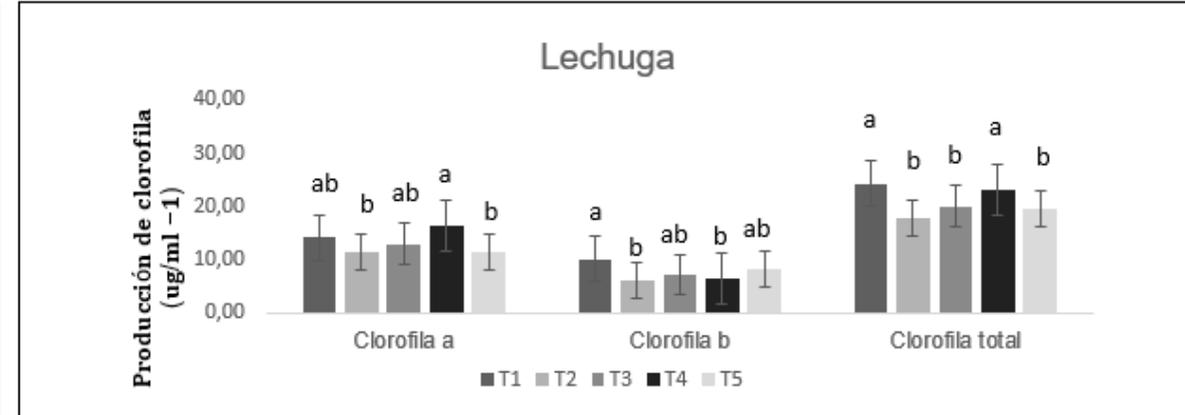
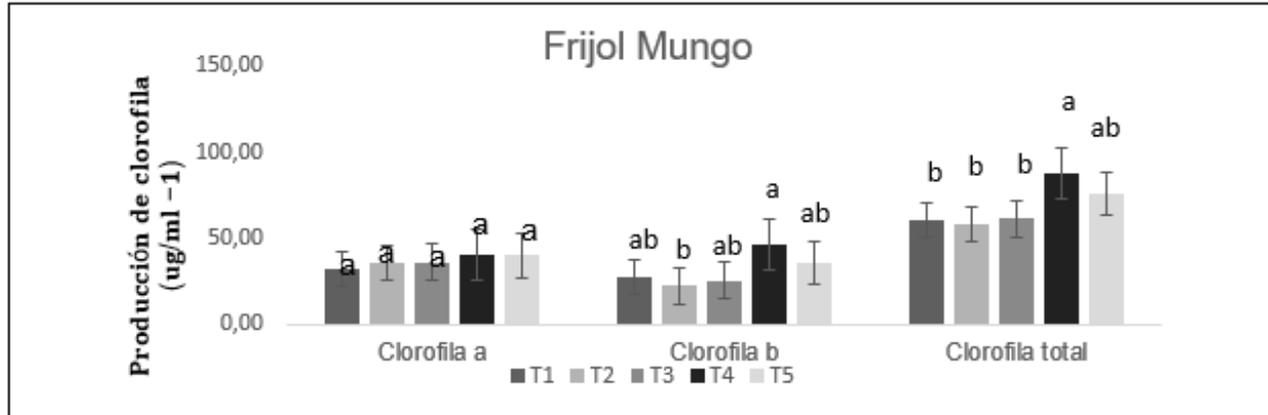
Fuentes de variación	Masa seca (g)	Masa fresca (g)	Rendimiento biológico %
Sustrato	NS	NS	NS
Especies	*	*	*
Especie * Sustrato	NS	NS	NS
Especie			
Frijol mungo	4.65 ± 0.78 a	43.14 ± 8.14 a	160.73 ± 29.88c
Cebolla puerro	1.23 ± 0.21 b	21.86 ± 2.04 b	709.94 ± 134.22b
Lechuga	1.15 ± 0.28 b	12.50 ± 3.10 c	1107.90 ± 169.98a

No se encontró diferencia significativa para la interacción especie * sustrato ($F_{8,45}=0.55$; $P=0.8106$), ($F_{8,45}=1.26$; $P=0.2864$) y ($F_{8,45}=306.20$; $P=<0.0001$).

Nota. Los valores en la columna seguidos por una letra presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ DUNCAN).
Autoría propia

Contenido de clorofila

RESULTADOS



Nota. T1= 100% Maíz, T2= 50% Maíz/50% fibra, T3= 25% Maíz/75%fibra, T4=75% Maíz /25%fibra, T5= 100% fibra. Los valores en la columna seguidos por una letra presentan diferencia significativa ($P < 0.05$ DUNCAN). Autoría propia.



Características físicas

Sustrato	DA (g/cm)	DR (g/cm)	PT (%)	CR H (%)	Granulometría (%)					
					>4mm	1.7- 4mm	0.6- 1.7mm	0.25- 0.6mm	0.18- 0.25mm	<0.18 mm
T1	0.03	0,12	74	38.4	43,2	35,2	16,72	3,52	0,52	0,84
T2	0,11	0,19	44	42.3	26,46	26,86	27,48	14,12	3,34	1,74
T3	0,13	0,24	46.5	51.2	15,16	17,86	34,14	28,24	3,5	1,1
T4	0,07	0,20	63.5	39.6	35,76	29,9	22,9	9,08	1,48	0,88
T5	0,15	0,17	13.5	46	1,2	17,58	47,94	28,54	3,44	1,3

Nota. T1=100% bagazo de maíz, T2=50% bagazo de maíz/50% fibra de coco, T3=25% bagazo de maíz/75% fibra de coco, T4=75% bagazo de maíz/25% fibra de coco, T5= 100% fibra de coco, DA= densidad aparente, DR= densidad real, PT= porosidad total y CRH= capacidad de retención de humedad. Autoría propia.

(Esqueda y Ledezma, 1993)



Sustratos	pH	CE ds^*m^{-1}
T1	7.4	0.237
T2	6.8	0.248
T3	7.3	0.126
T4	7.3	0.096
T5	7.2	0.178

Nota. T1=100% bagazo de maíz, T2=50% bagazo de maíz/50% fibra de coco, T3=25% bagazo de maíz/75% fibra de coco, T4=75% bagazo de maíz/25% fibra de coco, T5= 100% fibra de coco, pH= potencial de hidrogeno y CE= conductividad eléctrica. Autoría propia.

(Martínez, Anzaldo y Becerra, 2012) consideran ideal para la producción de plántulas, una CE que va desde los $0.140 \text{ ds}^*\text{m}^{-1}$ hasta los $0.250 \text{ ds}^*\text{m}^{-1}$ y un pH que este entre 6-7.

CONCLUSIONES

- La mezcla de sustratos lignocelulósicos a base de bagazo de maíz y fibra de coco, se obtienen los mejores resultados de producción con las mezclas de (50%bagazo de maíz / 50%fibra de coco) y (100% fibra de coco).
- Las variables agronómicas se ven influenciadas por la interacción entre el sustrato y la especie a diferencia de las variables fisiológicas que solo se encuentran influenciadas por la especie más no por el sustrato.
- El bagazo de maíz al 100% no se considera una alternativa viable de producción de microgreens del frijol mungo, cebolla puerro y lechuga, ya que presento los valores más bajos de producción a diferencia del resto de tratamientos.
- Las mezclas de los sustratos presentaron características fisicoquímicas muy similares siendo ideal el sustrato (50%bagazo de maíz / 50%fibra de coco) con un pH y CE que están dentro del rango para la producción de plántulas.

RECOMENDACIONES

- Para evitar posibles contaminaciones por agentes patógenos y obtener microgreens de calidad y sanos para el consumidor se recomienda seguir los protocolos de desinfección del sustrato y las semillas.
- Para tener la mejor producción de microgreens de frijol mungo, cebolla puerro y lechuga. se recomienda la mezcla de bagazo de maíz y fibra de coco en partes iguales
- Con la finalidad disminuir los costos de producción y reducir el impacto ambiental se recomienda utilizar los residuos de cosecha del maíz para la producción de microgreens.

AGRADECIMIENTOS

