

<https://yuliannardz96.wixsite.com/ssuia>



# Aplicación de mezclas de sustratos alternativos con fibra de coco en el invernadero de la UIA.

José Servín Carrillo, Juliana Rodríguez Silva, Jacqueline Moreno Cárdenas

Universidad Iberoamericana Puebla.

[jose.servin@iberopuebla.mx](mailto:jose.servin@iberopuebla.mx)

## Abstract

La implementación de sustratos alternativos en la actualidad es necesaria debido a la alta erosión de los suelos provocados por la acción humana, para beneficio de la seguridad alimentaria en el mundo. La fibra de coco es un sustrato que se adapta a las condiciones de luz, temperatura, humedad y pH para el crecimiento de hojas de jitomate en comparación a la mezcla de fibra de coco con otros sustratos como los residuos orgánicos y de café. Entre los beneficios de la fibra de coco destacan su peso para su transporte y manejo. Sin embargo algunas recomendaciones son la implementación de tecnologías que mejoren su transformación en fibra a partir de su pretratamiento.

## Palabras clave

Agricultura urbana, reciclaje, desarrollo sustentable, sustratos alternativos, seguridad alimentaria.

## Planteamiento del problema

La expansión de las tierras agrícolas en zonas inadecuadas para el cultivo como las áreas forestales, ha propiciado la erosión de los suelos, aunado a la sobreexplotación de los recursos naturales. Razón por la cual se pone en peligro la seguridad alimentaria en el planeta, por lo que se han encontrado opciones que permitan al ser humano tener el derecho a la alimentación y como consecuencia a la salud a partir de sustratos alternativos. Sin embargo es necesario conocer acerca de la mezcla de los mismos para un mejor uso (Thomson, A., & Metz, M., 1999).

## Objetivo general

Evaluar actuales subproductos o residuos para ser utilizados como sustratos alternativos.

## Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones ambientales de crecimiento.
- Probar mezclas de sustratos con potencial de uso alternativo.

- Probar crecimiento en un sistema de camas móviles.

## Justificación

Aportaciones del proyecto: determinar la mezcla de sustratos alternativos que brinde el mejor crecimiento y viabilidad.

Pertinencia: investigación con enfoque en los sustratos alternativos sustentables que cuenten con una mayor calidad y manejo adecuado.

Impacto social: aprovechamiento integral agrícola como alternativa a los cultivos convencionales para diferentes productos agrícolas estratégicos como el jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Nee, M., 1986).

## Alcances y limitaciones

Alcances: reporte técnico y prototipo de composta (el sustrato con mejor rendimiento).

Limitaciones: sistema de riego eficiente y automatizado y estructuras con el espacio necesario para el producto sembrado.

## Marco teórico

El término “residuo” se aplica a aquel material generado en las actividades de producción y consumo, que no alcanza ningún valor económico, por lo cual es preciso acopiar y tratar por temas de salud (Otero, 1992).

El término sustrato involucra “materiales sólidos simples o mezclas de materiales, de origen natural, de síntesis o residual, mineral y orgánico”, para producir plantas o cultivos en camas bio-intensivas (Hanan *et al.*, 1978; Ansorena, 1994; Burés, 1997; Noguera y Abad, 1997; Pastor, 1999 *et al.*, 2005, Volke *et al.*, 2010).

## Metodología

### 1. Estudio de los sustratos propuestos.

Revisión bibliográfica de potenciales residuos como sustratos alternativos de acuerdo a trabajos previos realizados por Badía (1994), Jerez (2007) y Cabrera (1999), sobre fibra de coco, residuos orgánicos y residuos de café. La siguiente tabla muestra los beneficios y aspectos negativos encontrados para su utilización:

Sustrato	Beneficios	Aspectos Negativos
Fibra de coco	Capacidad de aireación. Retención de agua. Baja densidad, disminuye costos de transporte y almacenamiento.	Fertilización, debida a la alta cantidad de nitrógeno necesitada.
Residuos orgánicos (frutas y	Material ecológico y renovable.	Semillas de malezas, plagas y

verduras)		enfermedades.
Residuos de café	Gran cantidad de residuos que van a parar a ecosistemas que dañan por su composición.	Impermeable. Alta cantidad de agua requerida en el riego.

### 2. Acondicionamiento y pretratamiento nutritivo de los sustratos.

- Acondicionamiento: establecimiento de 3 camas bio-intensivas, cada una integrada por 2 sistemas: tierra convencional y mezcla de sustratos, como se determina en la siguiente tabla de camas bio-intensivas y sistemas:

	Cama 1	Cama 2	Cama 3
<b>Sistema 1</b>	Tierra	Tierra	Tierra
<b>Sistema 2</b>	Fibra de coco	Residuos de café y fibra de coco	Materia orgánica y fibra de coco

Lo anterior permite la comparación de sistemas por cama bio-intensiva de tierra convencional y mezcla de sustratos alternativos utilizado.

Se considera la aptitud de la fibra de coco como sustrato base en los 3 sistemas de experimentación (sistema 2 de las camas bio-intensivas), con la mezcla de residuos de café o materia orgánica, para verificar si existe una mayor viabilidad junto a otros sustratos.

- Pretratamiento nutritivo de los sustratos: de acuerdo a la siguiente tabla elaborada:

Sustrato	Pretratamiento	Proveedor
Materia orgánica	Recolección de 10 kg de residuos de materia orgánica. (1 semana)  Secado de materia orgánica durante 1 semana, para la eliminación de lixiviados, los cuales pueden ser aprovechados en la mezcla de lixiviado para el riego, una vez cultivadas las plántulas. (1 semana)	Fruterías y jugueterías a los alrededores de la Universidad Iberoamericana.
Fibra de coco	Eliminación de cáscara. (1 semana)  Corte y molido para su utilización.	El IDIT (Instituto de Diseño e Innovación Tecnológica)
Residuos de café	Secado de residuos de café. (1 semana)	La cafetería: Capeltic

### 3. Diseño y construcción de las estructuras para los cultivos con sustratos alternativos.

A continuación se muestra la medida de las camas utilizadas elaboradas en primavera 2017:

<b>Cama 1</b>	90 cm	90 cm	23 cm
<b>Cama 2</b>	88 cm	87 cm	10 cm
<b>Cama 3</b>	90 cm	90 cm	12 cm

Con una profundidad de: 8.5 cm; para las 3 camas utilizadas.

### 4. Siembra de los productos seleccionados en las camas de sustratos alternativos.

Selección de plántulas de jitomate de 5 cm de altura de la ciudad de Chipilo localizada a 12

kilómetros al sur de la ciudad de Puebla, en México (INEGI, 2016).

Es importante considerar la siembra de los productos seleccionados dentro de las primeras 24 horas de haber sido obtenidas. En este proyecto, 5 plántulas por sistema con una separación de 30 cm entre cada una de ellas; un total de 30 plántulas, el día 7 de octubre del 2017.

Mes y medio después de la plantación, se añadieron hilos de 50 cm de altura para ser utilizados como soporte debido a las características de crecimiento de plantas como el jitomate.

### 5. Mantenimiento de los cultivos y evaluación del crecimiento.

Riega constante, por la mañana y tarde diariamente. Aplicación “Organics Vigoro” (alimento orgánico en polvo para su disolución) y “Nutrigarden” (sulfato de amonio), dos ocasiones dentro de las dos primeras semanas.

Las semanas restantes, aplicación de lixiviado de excretas de elefante y murciélago (en una mezcla con los lixiviados de la materia orgánica), una vez a la semana, obtenidas de “Africam Safari” para el laboratorio de algas del IDIT.

La siguiente tabla muestra los instrumentos y mediciones realizadas para evaluar el crecimiento de las plántulas:

Instrumento	Medición
Micrómetro	Ancho de hoja.
Vernier digital	Largo de hoja.
Luxómetro	Intensidad de luz.
Termómetro	Temperatura de bulbo húmedo y seco.
pH	Acidez del suelo.

A continuación se presentan los datos promedio por semana de seguimiento:

Intensidad luminica (Lux)							
		Semana					
		1	2	3	4	5	6
Cama 1	Sistema 1	20.5	37.8	4.7	30.9	31.2	29.2
	sistema 2	27.2	37.1	4.9	37.5	37.5	33.5
Cama 2	Sistema 1	29.1	37.0	4.8	38.7	38.7	41.9
	sistema 2	25.7	34.8	4.5	30.6	30.5	33.1
Cama 3	sistema 1	28.4	29.4	5.7	42.1	42.1	37.8
	sistema 2	23.2	35.9	5.5	41.9	41.9	40.2

Promedio Ancho de hoja (µm)							
		Semana					
		1	2	3	4	5	6
Cama 1	Sistema 1	20.7	13.7	35.0	38.1	38.1	42.2
	sistema 2	35.3	31.3	33.0	43.8	43.8	45.1
Cama 2	Sistema 1	30.3	30.4	25.0	34.8	34.8	18.7
	sistema 2	36.7	34.5	20.9	36.3	36.3	35.0
Cama 3	sistema 1	35.0	24.4	30.0	42.8	42.8	42.0
	sistema 2	25.0	42.4	17.7	15.1	4.0	3.0

Longitud de hoja (mm)							
		Semana					
		1	2	3	4	5	6
Cama 1	Sistema 1	1.7	3.2	2.7	3.2	3.2	1.4
	sistema 2	2.1	3.1	2.1	3.4	3.4	0.9
Cama 2	Sistema 1	2.1	2.9	2.0	3.2	3.2	1.3
	sistema 2	2.1	2.1	2.2	1.8	1.8	1.1
Cama 3	sistema 1	2.0	2.2	2.2	1.9	1.9	1.3
	sistema 2	2.8	1.6	2.5	2.3	2.3	1.0

Seco	Promedio	Destandar
Entrada	25.0	28.4
Mitad	23.9	25.3
Orilla	21.6	24.5
Humedo		
Entrda	20.9	23.9
Mitad	20.1	22.6
Orilla	20.5	23.0

pH de suelo de camas				
	SISTEMA 1	SISTEMA 2	PROMEDIO S1	PROMEDIO S2
CAMA 1	8.6	8.8		
	8.5	9.0	8.6	9.0
	8.8	9.1		
CAMA 2	8.8	8.4		
	9.0	7.2	9.0	8.0
	9.1	8.3		
CAMA 3	8.1	9.1		
	8.3	9.2	8.2	9.1
	8.4	9.2		

## Análisis de costos

El siguiente recuadro recaba los costos de la implementación del proyecto:

Producto	Precio unitario	Cantidad	Total
Elementos suministrados por estudiantes			
Plántulas de jitomate	\$8.00	30	\$240.00
Hilos 50 cm	\$5.00	9	\$45.00
Elementos suministrados por la empresas			
Materia orgánica	-----	3 cubetas de 10 litros c/u.	-----
Residuos de	-----	3 cubetas	-----

café		de 10 litros c/u.	
Elementos suministrados por la universidad			
Fibra de coco	-----	3 cubetas de 10 litros c/u.	-----
Material para elaboración de camas	-----	3 m3 de material	-----
Regadoras	\$60.00	2 cubetas de 10 litros c/u.	-----
Tierra	\$180.00	1 m3	-----
Agua	-----	2 cubetas de 10 litros c/u.	-----
Lixiviado de elefante y murciélago	-----	2 cubetas	-----

El gran total es de \$285.00 pesos mexicanos.

Los elementos suministrados por las empresas participantes como: Capeltic, jugueterías y fruterías cercanas a la Universidad Iberoamericana, facilitaron la implementación del proyecto.

Así también los elementos suministrados por la universidad reflejan la importancia de los presupuestos destinados al invernadero, necesario para el desarrollo de proyectos.

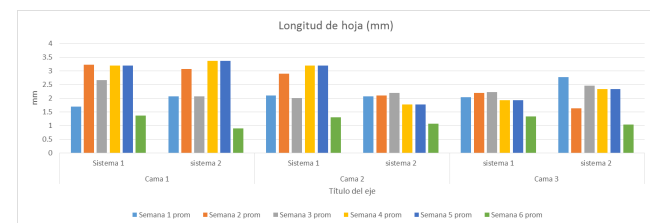
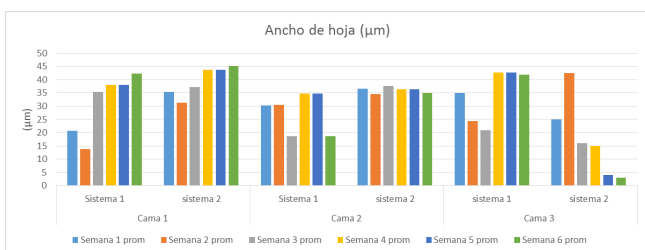
## Resultados y discusión

Los resultados derivados de las 6 semanas de mediciones y sus promedios en las camas bio-intensivas y sus sistemas, determinan la influencia de las condiciones físicas como la temperatura, humedad y luz.

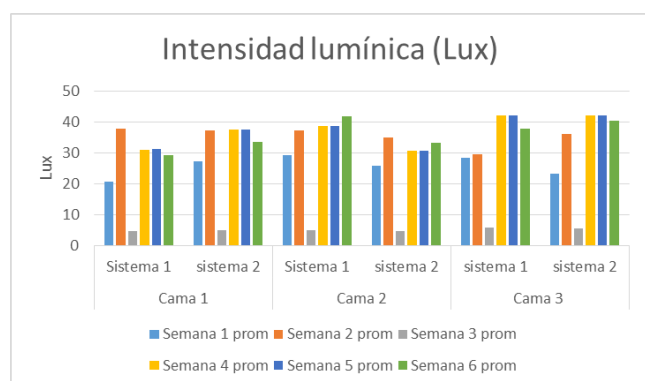
Así como la adaptación de los sustratos utilizados a partir de las variaciones en el crecimiento de las plántulas y el pH que cada sistema obtuvo.

Los gráficos de crecimiento del ancho y largo de la hoja de las plántulas con el micrómetro y vernier respectivamente, reflejan el mayor crecimiento de las plántulas de la cama 1, de fibra de coco.

El menor crecimiento se observó en las plántulas de la cama 3, lo que expresa dificultades de adaptación a los residuos de café. La poca permeabilidad de los residuos de café, influyen en el crecimiento por la cantidad de riego y técnicas requeridas para su absorción (Cabrera, 1999).



Por otra parte, se observan variaciones semanales en las 3 camas con sus respectivos sistemas, por las condiciones climáticas acontecidas en las semanas de medición. Mínimos contrastes en las diferencias entre la cantidad de luz recibida en cada sistema dentro de las camas.

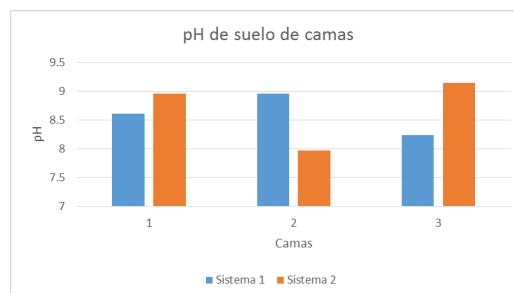


En el caso del pH, en el sistema 2 de la cama 2, en el sustrato de residuo de café, se presentó el pH más ácido, indicador que demuestra por qué el 100% de las plantas se enfermó y murió.

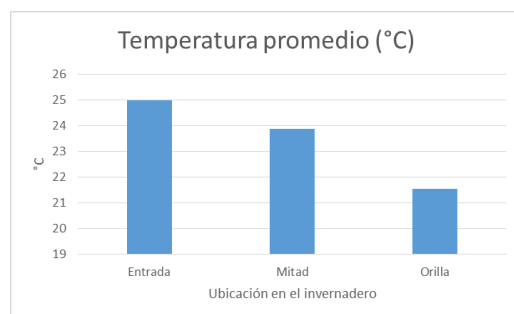
Además de que al utilizar residuos orgánicos como sustrato alternativo, las semillas de maleza y enfermedades, confirman a Badía (1994) en la revisión bibliográfica, ante la disminución de las probabilidades de éxito en el crecimiento por la competencia ecológica del ecosistema formado en la cama bio-intensiva.

El pH de la cama 1 fue de entre 8 y 9, en comparación con la cama 3, con un rango de diferencia mayor en sus sistemas, con un crecimiento de la planta menor.

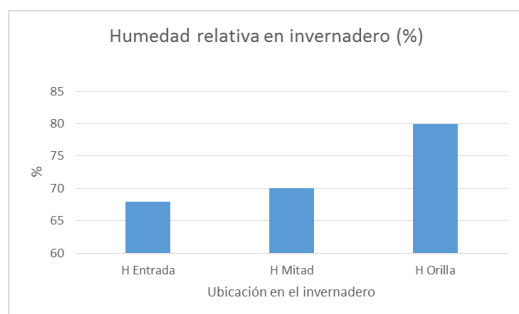
El pH responde así a la retención de microorganismos a partir de un pH neutro y ligeramente alcalino, sugerido por Bitton (1974).



En lo que respecta a la temperatura, se realizaron las mediciones de bulbo seco y húmedo en 3 posiciones distintas del invernadero, con la obtención de los promedios para adquirir el porcentaje de humedad.



Esto refleja que a mayor temperatura habrá menor humedad, la ubicación idónea es localizada en la cama 1, a mitad del invernadero. Con una temperatura y humedad promedio.



Esta situación pudiera verse afectada fuera de invernadero, donde el microclima interno protege al cultivo en condiciones controladas como es contemplado por Ocaña-Romo (2008).

De los factores físicos utilizados, basados en Bow-man y Paul (1983), la humedad, nutrición, pH y temperatura, influyen la capacidad que tiene la planta de desarrollarse. Sin embargo, se puede comprobar que estos factores se conjugan para determinar el crecimiento, a manera de que no actúan de forma separada, y como en el caso de la temperatura esta hará variar la humedad.

A pesar de que la variación de los resultados pudo verse afectado por el cultivo de jitomates y su crecimiento en camas de 8.5 cm de profundidad para los dos primeros meses, Hartmann y Kester (2002) señalan la importancia del sustrato empleado como factor fundamental para la calidad de la plántula.

Esto podría comprobar la idoneidad de la fibra de coco como sustrato alternativo en comparación con la utilización de residuos orgánicos y residuos de café.

### Conclusiones y recomendaciones

Se puede concluir la importancia en cualquier cultivo de la presencia de luz, tierra y agua para el crecimiento de una planta. Sin embargo la

presencia de agua es fundamental para la sobrevivencia de las mismas.

La experimentación con los sustratos, confirma una posible hipótesis de la viabilidad que tienen los cultivos con sustratos alternativos como la fibra de coco, que en comparación en condiciones equivalentes con tierra, experimentan un crecimiento muy similar, y la aportación o mezcla con otros sustratos podría alterar la viabilidad de la utilización de fibra de coco en los cultivos.

Recomendaciones:

- Además de las dificultades observadas con la utilización de sustratos como los residuos orgánicos, la celulosa del elote podría ser difícil de tratar por su lenta desintegración.
- Entre las ventajas de la fibra de coco observadas destacan su bajo peso. Sin embargo su pretratamiento y molienda es bastante compleja.
- Los residuos de café, son impermeables lo que de acuerdo a la observación, impide que el agua se distribuya por la cama.

### Referencias

#### Artículos y revistas

1. Badía, A. F. (1994). Sustratos alternativos para cultivos de exterior, valoración de residuos orgánicos y ensayos. Curso de gestión de viveros forestales.
2. Ibarra, P., & Cinco, J. (2014). Sustratos orgánicos alternativos para la producción de tubérculo-semilla de papa en invernadero.
3. Jerez, z. D. P. M. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada,

perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill).

4. Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*.
5. Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Díaz-Ruiz, R., & Ocampo-Mendoza, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Ra Ximhai*,
6. Quintero, M. F., Guzmán, J. M., & Valenzuela, J. L. (2013). Evaluación de sustratos alternativos para el cultivo de miniclavel (*Dianthus caryophyllus* L.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*.

## Libros

7. Cabrera, R. I. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*.
8. Nee, M., 1986. Solanaceae I (III). En: Sosa, V. (ed.). *Flora de Veracruz*. Fascículo 49. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México.
9. Thomson, A., & Metz, M. (1999). Implicaciones de las políticas económicas en la seguridad alimentaria: manual de capacitación. *Materiales de Capacitación para el Análisis de Proyectos Agrícolas (FAO)*.

## Páginas web

10. FAO. (2015). El estado de la seguridad alimentaria en el mundo. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4646s.pdf>
11. Ocaña-Romo, C. R. 2008. En crecimiento. Desarrollo de invernaderos en México. <http://www.hortalizas.com>.