

Artículo de investigación

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE UN SUSTRATO NUTRITIVO HECHO A PARTIR DE LOS DESECHOS DEL CACAO PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA PLÁNTULA DE HORTALIZAS

Alma Verónica García

 <https://orcid.org/0009-0007-4604-6003>

alma.garcia@itca.edu.sv

Escuela Especializada en Ingeniería

ITCA-FEPADE, El Salvador

José Roberto Jacobo Marroquín

 <https://orcid.org/0009-0003-8907-1031>

jose.jacobo@itca.edu.sv

Escuela Especializada en Ingeniería

ITCA-FEPADE, El Salvador

RESUMEN

En el beneficiado del cacao se producen una gran cantidad de desechos, de los cuales las cáscaras son las de mayor relevancia; las mazorcas generalmente son desechadas dentro de los mismos cultivos y genera problemáticas como la proliferación de insectos y microorganismos patógenos. Se evaluó añadirles valor a estos subproductos incorporando desechos de cáscara de cacao en la formulación de un sustrato para el cultivo de hortalizas. El objetivo de esta investigación fue obtener un sustrato que sirva de soporte material y nutritivo para plántulas de hortalizas, a partir de cáscaras de cacao criollo. La biomasa vegetal se caracterizó teniendo en cuenta parámetros como el porcentaje de humedad, pH, porcentaje de cenizas, contenido de potasio, nitrógeno y fósforo. Posteriormente se ejecutaron pruebas comparativas de formulación, siembra y crecimiento de las plántulas de hortalizas, tomate y pepino, obteniendo la fórmula óptima del sustrato y el mejor medio de desarrollo. De los resultados se concluye que, a partir de un adecuado procesamiento y aprovechamiento de las cáscaras de cacao, transformamos un desecho en un producto biomaterial alternativo que genera una opción de bioprospección agroindustrial. Los valores obtenidos en la caracterización de las mazorcas dependen de condiciones como el tipo de suelo, variables agrometeorológicas, calidad de agua, abono y especie de la planta. El escenario de siembra, condiciona el desarrollo óptimo de las plántulas, factores como requerimiento de agua, distribución de nutrientes y estabilidad de la plántula, se ven afectados por la relación del espacio de germinación.

Palabras clave: biomasa, bioprospección, caracterización, plántula, sustrato, El Salvador



OBTAINMENT AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF A NUTRITIONAL SUBSTRATE MADE FROM COCOA WASTE FOR THE PRODUCTION OF VEGETABLE SEEDLINGS

ABSTRACT

In cocoa processing, a significant amount of waste is produced, with cocoa husks being the most significant. The pods are typically discarded within the same plantations, leading to issues such as the proliferation of insects and pathogenic microorganisms. This study evaluated adding value to these by-products by incorporating cocoa husk waste into the formulation of a substrate for vegetable cultivation. The objective of this research was to create a substrate that provides material and nutritional support for vegetable seedlings, using creole cocoa husks. The plant biomass was characterized by parameters such as moisture percentage, pH, ash percentage, potassium, nitrogen, and phosphorus content. Comparative tests on formulation, planting, and growth of vegetable seedlings, including tomatoes and cucumbers, were subsequently conducted to determine the optimal substrate formula and the best growth medium. The results concluded that, with proper processing and utilization of cocoa husks, waste can be transformed into an alternative biomaterial product that offers an agribusiness bioprospecting option. The values obtained in the characterization of the pods depend on conditions such as soil type, agrometeorological variables, water quality, fertilizer, and plant species. The sowing scenario affects the optimal development of the seedlings; factors such as water requirement, nutrient distribution, and seedling stability are influenced by the germination space ratio.

Keywords: biomass, bioprospecting, characterization, seedling, substrate, El Salvador

INTRODUCCIÓN

En la cosecha del cacao se desecha alrededor del 80 % del fruto. Esta gran cantidad de subproductos se ven como basura. Se busca darle valor agregado a un desecho mediante la elaboración de un sustrato que sirva de soporte material y nutritivo para una plántula de hortaliza.

Por las condiciones climáticas del país se puede producir “cacao fino de aroma”, el cual es muy valorado en Europa. Sin embargo, El Salvador tiene desafíos en el procesamiento del grano y agregar valor a toda la cadena productiva del cacao. Considerando la gran cantidad de desechos producidos en la cosecha y beneficiados del cacao se pretende añadir valor a estos subproductos, obteniendo un material que sirva de sustrato para el cultivo de hortalizas.

Este potencial en los subproductos del cacao ha sido detectado por los expertos del Complejo de Innovación Tecnológica y Productiva en Agroindustria (CITPA), quienes vislumbran que las hortalizas podrían ser cultivadas “sin suelo”, es decir, utilizando otros sustratos que sean altamente ricos en fibra (la cual proporciona sostén para la planta) y nutrientes.

METODOLOGÍA

El cultivo del cacao produce, desde la etapa de recolección hasta la de procesamiento, una serie de desechos (10 toneladas de desechos frescos por cada tonelada de semillas secas). Al momento de la cosecha, se separa la cáscara del fruto de las semillas y placenta (mucílago). Solo el 20 por ciento de la fruta del cacao es utilizada, por lo tanto, el otro 80 por ciento restante corresponde a los residuos, los cuales son des-

echados. En la Tabla 1 se muestran los principales residuos vegetales generados en la cadena de valor del cacao.

Tabla 1
Residuos del cacao y cantidades generadas

Residuos	Cantidad
Podas	20.24 t/ha
Cáscaras	90 % del fruto seco
Placenta o mucílago	1.72 % del fruto seco
Semillas dañadas	6 – 8 % del fruto seco

Fuente: elaboración propia

Para incorporar el desecho de cacao (cáscara y mucílago) en la formulación de un sustrato nutritivo se deben cortar las cáscaras de cacao en láminas y después se les realiza un troceado, para así tener un tamaño de muestra más pequeña y lograr establecer las variables fisicoquímicas de la caracterización de manera más eficiente. Para la caracterización se recomienda el análisis proximal del sustrato, donde se determinan los parámetros de pH, humedad, cenizas, grasa, fibra, lignina y celulosa.

El sustrato de cáscara de cacao se desinfecta a temperatura ambiente por medio de una inmersión de solución al 0.6 % de carbonato de calcio durante 13 días, teniendo en cuenta lo propuesto por Rodríguez y Jaramillo. Después de esto, se acondiciona la humedad relativa al 70-90 %, pH de 5.0-7.0, para procurar el óptimo desarrollo de la plántula.

Para la inoculación se mezclan semillas con formulaciones de cada sustrato en condiciones óptimas de asepsia (para encontrar la formulación óptima a la plántula de la hortaliza



seleccionada). Posterior a esto, se realiza la incubación a un rango de temperatura de 24-28 °C y un rango de humedad relativa de 70-80 %, para garantizar las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de la plántula, con monitoreo de estas variables. Terminada la etapa de incubación los recipientes se exponen a la luz natural, para inducir la formación de la plántula, monitoreando la cantidad de luz, la humedad relativa y la temperatura.

Se considera una investigación de tipo experimental y retrospectiva: experimental por la manipulación de variables experimentales bajo condiciones controladas; exploratorio, pues se realiza con el propósito de obtener datos fieles y seguros para que sirvan de base en estudios futuros. El desarrollo de las fases de la investigación se describe a continuación:

1. Trabajo de campo:
 - 1.1. Recolectar los desechos (cáscaras y mucílago).
 - 1.2. Transportar y almacenar.
2. Parte experimental:
 - 2.1. Preparación de materia prima: separación del mucílago de la cáscara, limpieza, secado y almacenamiento.
 - 2.2. Pretratamiento de cáscara de cacao: desinfección de cáscaras.
 - 2.3. Elaboración de sustrato a escala de laboratorio:
 - 2.3.1. Se realizaron varias formulaciones y comparaciones para encontrar la óptima.
 - 2.3.2. Se utilizaron materias primas tales como: tierra negra, musgo artificial, sustrato comercial.
 - 2.4. Caracterización del sustrato: la biomasa vegetal se caracterizó con parámetros como el porcentaje de humedad (gravimetría), pH

(potenciométrico), porcentaje de cenizas (incineración en mufla a 550 °C), contenido de celulosa (método TAPPI T 212), contenido de lignina (TAPPI T 222), contenido de potasio (espectrofotometría de absorción atómica $\lambda = 766.5$ nm), nitrógeno (espectrofotometría de absorción molecular $\lambda = 460$ nm) y fósforo (espectrofotometría absorción molecular $\lambda = 890$ nm).

- 2.5. Siembra y pruebas comparativas: para la siembra se utilizaron semillas de tomate y pepino, se comparó el desarrollo y crecimiento de las plántulas en tres medios diferentes (bandeja de germinación, almácigo y maceta de barro mediana).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las pruebas y análisis de caracterización de los residuos utilizados para la formulación del sustrato.

Tabla 2
Resultados de la caracterización de la biomasa de cáscaras de cacao

PRUEBA	RESULTADO
pH	5.7
Cenizas	18.83 %
Humedad	73.56 %
Celulosa	21.39 %
Lignina	39.81 %
Potasio	0
Nitrógeno total	0.02 %
Fósforo total	0.02 %

Fuente: elaboración propia, año 2021.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas de comparación del porcentaje de germinación en el escenario que se observó mejor desarrollo de las plántulas: almácigo.

Tabla 3

Resultados de las pruebas de comparación de sustratos en almácigo

Base de sustrato	% germinación tomate	% germinación pepino
Tierra negra	75	75
Sustrato comercial	75	100
Cáscaras de cacao	100	100

Fuente: elaboración propia, año 2021.

CONCLUSIONES

La elaboración de un sustrato a partir de un adecuado procesamiento de las cáscaras de cacao es una opción factible de bioprospección agroindustrial, por ser un excelente método de aprovechamiento y transformación de un desecho en un biomaterial alternativo.

La composición química de la cáscara de cacao, como humedad, ceniza, celulosa, lignina, nitrógeno, fósforo y potasio, se relacionan con el acondicionamiento y el aporte de nutrientes del sustrato hacia las plántulas para potenciar su desarrollo.

Los valores obtenidos en la caracterización de las mazorcas dependen de condiciones como

el tipo de suelo, variables agrometeorológicas, calidad de agua, abono y especie de la planta.

El tamaño de partícula es un factor que influye en la efectividad de la cáscara del cacao en el sustrato como soporte material y nutritivo de las plántulas, sin duda un tamaño muy fino dificulta la absorción de los nutrientes y condiciona al sustrato a tener características más secas.

El escenario de siembra condiciona el desarrollo óptimo de las plántulas, factores como requerimiento de agua, distribución de nutrientes y estabilidad de la plántula, se ven afectados por la relación del espacio de germinación (área de desarrollo y profundidad de siembra).

RECOMENDACIONES

Se deben considerar modificaciones en los métodos para procesar las cáscaras de cacao para obtener una mezcla más uniforme y homogénea como presentan los abonos comerciales.

Realizar un estudio comparativo de sustratos para plántulas a partir de la cáscara de los tres tipos de cacao que se cultivan en nuestro país.

En la formulación de otros biomateriales podrían considerarse otros subproductos obtenidos del beneficiado del cacao, como la cascari-lla de la semilla del cacao, para buscar más alternativas de valor agregado a los subproductos, considerados un desecho agrícola.



REFERENCIAS

- Molina, S. N. G. (2018). «Estudio y aprovechamiento de los residuos del cacao de la compañía Nestlé como estrategia comercial». Guayaquil.
- Méndez, P. E. E. H. (2019). «Agroindustrialización del cacao como estrategia de desarrollo económico local. Caso de estudio: Municipio de San Pedro Nonualco». San Salvador.
- Parra, N., Henríquez, M. y Villanueva, S. (2018). «Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela». [En línea]. Available: <http://www.ing.ucv.ve/jifi2018/documentos/ambiente/AIS003.pdf>. [Último acceso: 16 noviembre 2021].
- Ortiz, Juan E., Mejía, Y., González, D. E., García-Alzate, L. S., y Cifuentes-Wchima, X. (2020). «Alternativa de biorremediación a partir de residuos de cacao en la obtención de hongos *Pleurotus ostreatus* con la implementación de un análisis multicriterio». *Revista ION*, 33(1), 67-77. <https://doi.org/10.18273/revion.v33n1-2020007>
- Rodríguez, V. N. y Jaramillo, C. (2004). «Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera». CENICAFÉ, Caldas.