



Producción de chicharo con abonos organicos bajo dos sistemas de tutorado

Pea production with organic fertilizer under two tutoring systems

Isabel Alemán-Chávez¹, Luis G. Hernández-Montiel², Guillermo Alafita-Vásquez¹ y Liliana Lara-Capistrán^{1*}

¹Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Campus Xalapa, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona Universitaria, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México.

²Grupo de Nanotecnología & Biocontrol Microbiano, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz 23096, Baja California Sur, México.

*Autor de correspondencia: llara_capistran@hotmail.com

Recibido 09 de marzo 2024; recibido en forma revisada 07 de mayo 2024; aceptado 15 de octubre 2024

RESUMEN

El hábito rastrojero del cultivo de chícharo (*Pisium sativum* L.) requiere un sistema de tutorado lo más eficiente posible y que facilite las labores de manejo y las condiciones del cultivo. Aunado a esto, la utilización de diversos abonos orgánicos son una alternativa para reducir la aplicación de fertilizantes inorgánicos. El objetivo fue evaluar el efecto abonos orgánicos sobre la morfología, contenido proteico y rendimiento del cultivo de chícharo cv. Early Perfection, bajo dos sistemas de tutorado con rafia agrícola y espaldera en campo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos: T1. Tutorada rafia agrícola (TRA), 2. Tutorado rafia agrícola más lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TRA+LPC), 3. Tutorado rafia agrícola más lixiviado de heces de borrego (TRA+LHB), 4. Tutorado tipo espaldera (TTE), 5. Tutorado espaldera más lixiviado de pulpa de café (TTE+LPC) y 6. Tutorado espaldera más lixiviado de heces de borrego (TTE+LHB); cada tratamiento con 3

bloques y 150 repeticiones. Se evaluó altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de flores y vainas, contenido de proteína en semillas (%) y rendimiento total (kg), mediante la suma de cuatro cosechas. Se utilizó un análisis de varianza y prueba de Tukey (0.05%), con el programa Statistica. El análisis estadístico arrojó diferencias significativas del tratamiento TRA+LHB (Tukey, $P \leq 0.05$), en relación con el que obtuvo valores menores (TTE) para altura de planta (27.3%), diámetro de tallo (26.83%), número de flores y vainas (73.08%) y proteína en vainas del 55%; tendencia que se repite para la variable rendimiento con incrementos del 66.45%. Se concluye, que el cultivo de chícharo fertilizado con lixiviado de heces de borrego y manejo de tutorado con rafia agrícola es una alternativa de producción que permite disminuir el uso de fertilizantes sintéticos.

Palabras Clave: 'Early Perfection', proteína, fertilización orgánica, lixiviado

ABSTRACT

The creeping habit of pea (*Pisium sativum* L.) cultivation requires a tutoring system that is as efficient as possible and that facilitates management tasks and crop conditions. In addition to this, the use of various organic fertilizers is an alternative to reduce the application of inorganic fertilizers. The objective was to evaluate the effect of organic fertilizers on the morphology, protein content and yield of the pea cv crop. Early Perfection, under two tutoring systems with agricultural raffia and trellis in the field. A randomized block design was used with six treatments: T1. Tutored agricultural raffia (TRA), 2. Tutoring agricultural raffia plus coffee pulp vermicompost leachate (TRA+LPC), 3. Tutored agricultural raffia plus leaching of sheep faeces (ART+LHB), 4. Trellis-type tutoring (TTE), 5. Trellis tutoring plus coffee pulp leachate (TTE+LPC) and 6. Trellis tutoring plus leaching of sheep faeces (TTE+LHB); each treatment with 3 blocks and 150 repetitions. Plant height (cm), stem diameter (mm), number of flowers and pods, as well as seed protein content (%) and total yield (kg) were evaluated by adding four harvests. An analysis of variance and Tukey's test was used, with the Statistica program with significance of 0.05%. The statistical analysis showed significant differences in the ART+LHB treatment (Tukey, $P \leq 0.05$), in relation to the one obtained lower values (TTE) for plant height (27.3%), stem diameter (26.83%), number of flowers and pods (73.08%) and protein in pods of 55%; a trend that is repeated for the performance variable with increases of 66.45%. It is concluded that the cultivation of peas fertilized with leachate of sheep feces and management of tutoring with agricultural raffia is a production alternative that allows to reduce the use of synthetic fertilizers.

Keywords: 'Early Perfection', protein, organic fertilization, leachate

INTRODUCCIÓN

Dentro del sector agrícola, los principales países que abastecen de chícharo (*Pisum sativum* L.) al mercado mundial son China (12'207,787 t), India (4'814,000 t), Estados Unidos de América (311,870 t), Francia (233,103 t) y Egipto (194,061 t) (FAOSTAT, 2016).

En México, el cultivo de esta Fabaceae forma parte de las 26 especies perennes catalogadas como prioritarias para la alimentación y desarrollo de la humanidad (Solorio, 2022) hoy en día ocupa el 18º lugar en cuanto a la producción anual aproximada de 66,000 t, obtenidas en más de 12 mil hectáreas distribuidas en 19 entidades federativas, entre las cuales destacan las aportaciones del estado de México, Puebla y Baja California (SAGARPA, 2016).

Sin embargo, la siembra y cosecha de este guisante no solo es de gran importancia para la dieta del mexicano (INIFAP, 2017) y muy demandante en cuanto a mano de obra, sino que el conjunto de prácticas de manejo, basado en dosis de sitio variable-específicas de insumos y costos elevados de

producción (Curcio, 2019), se convierte en el punto central para impulsar procesos especializados tendientes a mantener la inocuidad, sostenibilidad y productividad agrícola (Nicholls *et al.*, 2017).

Así, ante la amenazadora escasez de alimentos o repentina alza en el precio de estos, no solo se hace imprescindible que los nuevos cultivares generen beneficios socio-económicos sin consecuencias negativas para la biodiversidad, los suelos y los ecosistemas, sino que las aplicaciones de la biotecnología moderna y de gestión orgánica, incluyentes dentro de los sistemas de producción agrícola y hortícola convencionales, sean fiables, mutuamente adaptativas y conduzcan al rendimiento y garantía de alta calidad nutricional esperados (OIEA/FAO, s.f.; FAO s.f.; Nicholls *et al.*, 2017).

Y es en este sentido donde la aplicación de abonos orgánicos como los lixiviados se vuelven una alternativa de uso, aunado a que este cultivo para su crecimiento y desarrollo requiere de un sistema de tutorado, por ende, se buscan tipos adecuados para la mejor condición de producción de chícharo. En

consecuencia, y con la finalidad de acrecentar el nivel de competitividad del cultivo mediante la implementación de técnicas y actividades agronómicas de vanguardia, se planteó como objetivo evaluar el efecto abonos orgánicos sobre la morfología, contenido proteico y rendimiento del cultivo de chícharo cv. Early Perfection, bajo dos sistemas de tutorado con rafia agrícola y espaldera en condiciones de campo.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento

El presente estudio se realizó a campo abierto cerca de la ciudad de Xalapa, Veracruz, México, cuyas coordenadas geográficas son 19°33'05.37'' LN, 96°56'40.64'' LO y elevación de 1,428 msnm.

Material vegetal

Se utilizó semilla de chícharo de la variedad 'Early perfection' con características que posee un sistema vegetativo poco desarrollado, aunque con una raíz pivotante que tiende a profundizar bastante. Las hojas están formadas por pares de folíolos terminados en zarcillos. Las inflorescencias nacen en

racimos que se insertan en las axilas de las hojas. (Hydro Environment, 2020).

Diseño experimental y descripción de los tratamientos

En este trabajo se utilizó un diseño bloques al azar con 6 tratamientos: T1 Tutorado con rafia agrícola (TRA), T2 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TRA+LPC), T3 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de heces de borrego, (TRA+LHB), T4 Tutorado tipo espaldera (TTE), T5 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TTE+LPC) y T6 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de heces de borrego (TTE+LHB). Cada tratamiento conto con 3 bloques al azar con un total de población de 250 plantas.

Preparación y manejo terreno

La preparación del terreno se realizó 14 días antes del establecimiento de cultivo, en una superficie de 200 m², el terreno se limpió totalmente eliminando las arvenses, se removió el suelo entre 20 y 30 cm de profundidad para tener una buena aireación, de manera manual. Se realizaron 24 camas dentro del

terreno, cada cama de 6 metros de largo por 1 metro de ancho, estas se realizaron de manera manual utilizando palas, picos, azadones y bieltos.

Siembra

La siembra de chícharo se realizó de manera directa y se contemplaron 2 semillas por golpe con separación de 30 cm por hilera. Se realizó un deshierbe después de la siembra esto para que la semilla pudiera emerger y fue cubierta con una tela de polipropileno conocida como agribon para proteger a las semillas en sus primeras etapas de emergencia.

Tutorados

Para la colocación de los tutorados, se procedió a cortar varas de bambú aproximadamente de 1.80 metros de altura, enterrándolos en el suelo a 50 cm, esto para buscar un buen soporte en las plantas., por otra parte, la mitad con rafia agrícola y la otra mitad con tipo espaldera, para así poder determinar el mejor tutorado para esta especie.

Eliminación de arvenses

La eliminación de arvenses en las camas y en el sitio experimental se realizó de manera manual, con el

apoyo de un azadón y un rastillo. Esta práctica se hizo cada 15 días para evitar una competencia entre plántula-arvenses, además de la colocación de hojarasca de bambú como mulch.

Aplicación de lixiviados

La primera aplicación de lixiviados fue a los 20 días después de la siembra, posteriormente se realizó cada 15 días, teniendo en cuenta que la dosis y forma de aplicación fueron principalmente proyectadas para poder cubrir las demandas nutricionales requerida por la planta, tal y como se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Lixiviadas dosis y forma de aplicación.

Lixiviados	Heces de borrego	Pulpa de café
Dosis	225 mL de lixiviado en 8 L ⁻¹ agua	240 mL de lixiaviado en 8 L ⁻¹ agua
Forma de aplicación	Foliar y drench	Foliar y drench

Características de los lixiviados

El lixiviado a bases de heces de borrego contenía un pH de 7.53, materia orgánica 39.83%, nitrógeno 1.99%, fósforo 997.42 ppm, potasio 35.64 Cmol (+) kg⁻¹, calcio 39.04 Cmol (+) kg⁻¹, magnesio 26.50 Cmol (+) kg⁻¹, sodio no determinado, humedad 39.82%. El lixiviado de pulpa de café contenía un

97.1% humedad, pH 7.75, C.E. 12.160 dS/m, cenizas 1.47%, materia orgánica 1.42%, CaO 0.265 ppm, MgO 0.037 ppm, Na₂O 0.149 ppm, K₂O 0.308 ppm, P₂O₅ 0.017%, Fe 46.20 ppm, Cu 1.32 ppm, Zn 3.32 ppm y Mn 28.29 ppm.

Control fitosanitario

Como medida preventiva para el control fitosanitario de plagas y enfermedades que pudieran atacar al cultivo, se ocupó Oxiclورو de cobre en una sola aplicación en la duración del cultivo, producto que está permitido dentro de la agricultura orgánica (Herrero, 2015)., en dosis mínimas marcadas en la etiqueta de 1 g L⁻¹ de agua, utilizándolo como preventivo en el cultivo mediante la aplicación foliar a las plantas.

Variables evaluadas

A los 88 días después de la siembra (dds), se evaluó altura de planta con un flexómetro Stanley desde la base hasta el ángulo superior del domo apical, (cm), diámetro de tallo con un vernier digital Mitutoyo, Modelo CD-S6 a 2 cm sobre la superficie del suelo en mm, número de flores y vainas totales, así como contenido de proteína en semillas de chícharo con el

método de Bradford y rendimiento total por planta (g), mediante la suma de cuatro cosechas, hasta los 88 dds.

Análisis estadístico

En primera instancia se realizaron los contrastes de normalidad y, tras comprobar la fiabilidad estadística de los datos obtenidos en este experimento, las variables evaluadas se analizaron mediante un ANOVA y comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) del software STATISTICA (versión 8.0.360.0 StatSoft Inc., Tulsa, USA) para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas del tratamiento TRA+LHB (Tukey, $P\leq 0.05$), en relación con el que obtuvo valores menores (TTE) en las variables., altura de planta presentaron incrementos de 27.3%, diámetro de tallo (26.83%), número de flores y vainas (73.05 y 73.08%). Estos resultados se pueden deber a la alta cantidad de macro y micronutrientes que contiene la lombricomposta a base de heces de borrego.,

Resultados similares fueron reportados por Ayyobi *et al.* (2014) y Singh *et al.* (2014) en el rendimiento y desarrollo del frijol enano francés (*Phaseolus vulgaris* L.). Así como lo mencionado por Guardiola-Márquez *et al.* (2019) en diversos cultivos como tomate, chile, sorgo, maíz, frijol, chícharo, calabaza y sandía, donde la aplicación de lombricomposta y lixiviados promovieron el crecimiento y desarrollo.

Para proteína en semillas de chícharo presentaron porcentajes hasta el 77.80% en el tratamiento TRA+LHB con incrementos del 55%, con relación al tratamiento TRA. Estos resultados son similares a los reportados por Sánchez (2014), quien menciona que semillas de chícharo presentaron entre un 70-85% de proteína.

Tabla 2. Análisis estadísticos de variables evaluadas

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Diámetro		Número	Número
		del tallo (mm)	de flores totales	de vainas totales	
T1 TRA	160.36±1.22bc	3.96±0.1cd	18.33±1.1b	18.47±1.2b	
T2 TRA+LPC	184±1.11ab	6.22±0.2ab	18.82±1.2b	18.82±1.2b	
T3 TRA+LHB	200.3±1.02a	6.44±0.21 ^a	30.58±0.1a	30.58±1.3a	
T4 TTE	165.50±1.22 e	3.92±0.2d	18.11±1.1b	18.11±1.2b	
T5 TTE+LPC	160.96±1.21de	6.07±1.1bcd	18.44±1.7b	18.33±.88b	
T6 TTE+LHB	172.42±1.1cd	6.18±1.2 bc	18.47±1.2b	18.44±.99b	

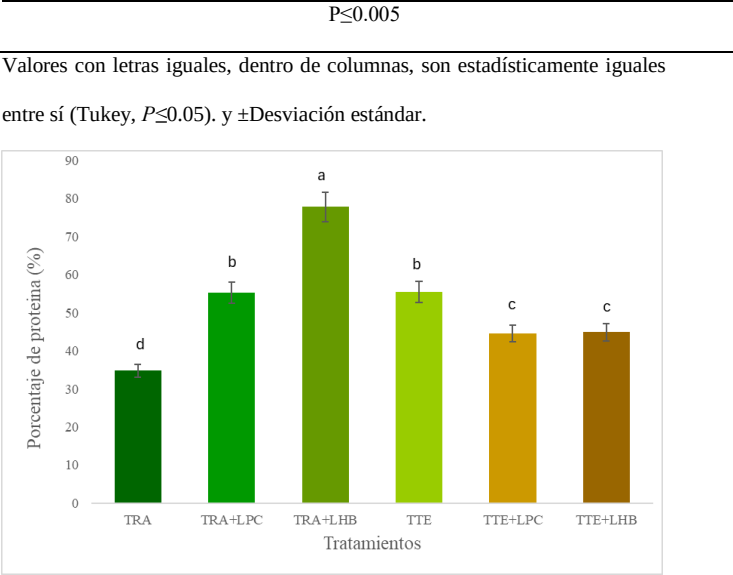


Figura 1. Porcentaje de proteína total en semillas de chícharo. Las líneas verticales en las barras son el error estándar (±):

Clave de los tratamientos: T1 Tutorado con rafia agrícola (TRA), T2 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TRA+LPC), T3 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de heces de borrego, (TRA+LHB), T4 Tutorado tipo espaldera (TTE), T5 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TTE+LPC) y T6 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de heces de borrego (TTE+LHB).

Tendencia que se repite para la variable de producción total con incrementos del 66.45%.

Los mayores rendimientos se obtuvieron cuando las plantas fueron fertilizadas con lixiviados, donde destacan el tratamiento con lixiviado de heces de borrego y el tutorado con rafia agrícola, tal y como se observa en la figura 2. Esto puede estar relacionado con los altos contenidos nutrimentales presentes en el lixiviado de heces de borrego,

además de que el tutorado ayuda a la planta a mantenerse más erecta y no estar en contacto con el suelo, lo que podría podrir algunas vainas. De igual manera al combinar el lixiviado de heces de borrego, ayudó a obtener mayor producción, esto concuerda con lo reportado por López *et al.* (2016) donde la aplicación de lixiviados permitió mejorar el rendimiento del forraje del cultivo de avena, y disminuir los costos de producción, con respecto a la aplicación de fertilizantes químicos. De igual manera Gheno *et al.* (2023) corrobora que la aplicación de lixiviados en el cultivo *Raphanus sativus* presentaron un buen desarrollo.

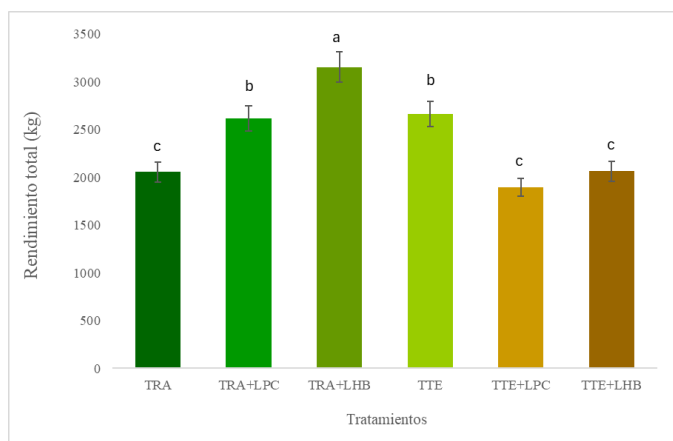


Figura 2. Rendimiento total (Kg) hasta los 88 dds.

Las líneas verticales en las barras son el error estándar ($\pm$).: Clave de los tratamientos: T1 Tutorado con rafia agrícola (TRA), T2 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TRA+LPC), T3 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de heces de borrego, (TRA+LHB), T4

Tutorado tipo espaldera (TTE), T5 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TTE+LPC) y T6 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de heces de borrego (TTE+LHB).

En la figura 3, se aprecia la evidente diferencia existente entre las plantas de chícharo evaluadas en este experimento a los 67 dds, reluciendo el tratamiento (TRA+LHB) tutorada rafia agrícola lixiviado heces de borrego.



Figura 3. Efectos comparativos en plantas de chícharo cv. 'Early perfection', entre tratamientos a los 67 dds. a) T1 Tutorado con rafia agrícola (TRA), b) T2 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TRA+LPC), c) T3 Tutorado con rafia agrícola+ lixiviado de heces de borrego, (TRA+LHB), d) T4 Tutorado tipo espaldera (TTE), e) T5 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de lombricomposta de pulpa de café (TTE+LPC) y f) T6 Tutorado tipo espaldera + lixiviado de heces de borrego (TTE+LHB).

CONCLUSIONES

El mejor tratamiento para la producción de biomasa de chícharo cv. 'Early perfection' con valor agrícola y contenido de proteína fue (TRA+LHB) tutorado con rafia agrícola más la incorporación del lixiviado de heces de borrego, de tal modo que pudiere ser una alternativa para este cultivo bajo las condiciones de manejo en las cuales se estableció este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Ayyobi, H., Hassanpour, E., Alaqemand, S., Fathi, S., Olfati, J. A., & Peyvast, G. (2014). Vermicompost leachate and vermiwash enhance French dwarf bean yield. *International Journal of Vegetable Science*, 20(1), 21-27.

Curcio, N. V. (2019). Manual de buenas practicas de manejo para la producción de hortalizas orgánicas. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura. IICA. Argentina.

http://www.ciaorganico.net/documypublic/326_Manual_BP_Hortalizas_FINAL.pdf

Guardiola-Márquez, C.E., Pacheco M.A., Senés-Guerrero, C. (2019). Evaluation of

biofertilizers based on microorganisms and vermicompost leachate in crops of economic interest in Mexico. *Agro productividad* 12 (3), 53-61.

Hydro Envioirement (2020). Semillas de hortalizas. Obtenido en la Red Mundial el 2 de abril de 2020.

<https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.phpmainpage=productinfo&cPath=8586&productsid=324>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (s.f). La FAO salvaguarda el medio ambiente mundial; Bioinocuidad. www.fao.org/biosecurity o www.fao.org/biotech/index.asp?lang=es [consultado el 5 de julio de 2018].

FAOSTAT (The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). (2016). Peas, green, production quantity (tons) - for all countries. <http://www.factfish.com/statistic/peas%2C%20green%2C%20production%20quantity> [consultado el 5 de julio de 2018].

- Ghenó H.Y. A., Navarro Rodríguez, A. M., Zilli Ponce, N. B., Pérez Monjaras A. C. & López Garay, L. A. (2023). Producción orgánica de Rábano (*Raphanus sativus* L.) y Lechuga (*Lactuca sativa* L.) *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 11(1), 131-142. https://www.researchgate.net/publication/379501585_Comportamiento_Productivo_de_Rabano_Raphanus_Sativus_L_con_Aplicacion_de_Enmiendas_Organicas_e_Inorganicas_y_su_Beneficio_Economico [accessed Sep 09 2024].
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) 2017. Agenda técnica agrícola; Estado de México. INIFAP, México. 423 p.
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A. y Vázquez, L.L. (2017). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Claridades Agropecuarias* 277:31-43.
- OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica)/FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) s.f. Agricultura y seguridad alimentaria: La contribución del OIEA. <https://www.iaea.org/technicalcooperation/documents/Factsheets/Agricul-Span.pdf> [consultado el 29 de junio de 2018].
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2016. Chicharo, un diminuto deleite. <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/chicharo-un-diminuto-deleite?idiom=es> [consultado el 29 de junio de 2018].
- Sánchez, A. M.L. (2014). “Inclusión de proteína de chícharo en el desarrollo de alimentos funcionales de panificación(PAN DE CAJA)”. Tesis que para obtener el título de Químico en Alimentos. Facultad de Química. Universidad Autónoma Del Estado de México. Toluca México. 90 pp.
- Singh, S., Kulkarni, M.G., & Van Staden, J. (2014). Biochemical changes associated with gibberellic acid-like activity of smoke-water, karrikinolide and vermicompost leachate during seedling development of *Phaseolus*

vulgaris L. *Seed Science Research*, 24(1), 63-70.

Solorio, A. B., & Salgado, I. T. (2022). Diversidad biológica e importancia cultural del estado de Morelos. Importancia cultural (Volumen II). Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca Moreos, México.