

***Orchesella bifasciata* (Entomobrydae:Collembola) CONTROLADOR BIOLÓGICO DE HONGOS DE *Jatropha curcas* L**

✉ **Andrés Miranda-Rangel¹, Julieta Martínez-Cruz² y Humberta Gloria Calyecac-Cortero¹.**

¹Laboratorio de Micro y Mesofauna del Suelo del Área de Biología, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. CP. 56230.

²Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

✉ Correo: andmirandarangel@gmail.com

RESUMEN. Se realizaron colectas de especímenes de *Orchesella bifasciata* en hojas de *Jatropha curcas* infestadas con hongos, en julio de 2012 y octubre de 2013, en dos cultivos del municipio de Xochitlán de Vicente Suarez, Puebla. Los hongos presentes en las hojas de *J. curcas* que se aislaron, se purificaron y se determinaron taxonómicamente fueron *Chaetomium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium verticillioides*, *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis* sp., *Helminthosporium* sp., *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. Posteriormente se realizaron pruebas de preferencia alimenticia de *O. bifasciata* hacia los hongos aislados, donde solo diez hongos fueron consumidos: *Cladosporium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis* sp., *Helminthosporium* sp., *Alternaria alternata*, *Trichoderma* sp. y *Aspergillus* sp. Se presentó una mayor tasa de fecundidad en los individuos de *O. bifasciata* que consumieron a los hongos *Chaetomium* sp., *Phomas* sp. y *Fusarium verticillioides*.

Palabras clave: *Collembola*, control biológico, fungivoria, ecología del dosel, palatabilidad

Orchesella Bifasciata*, biological controller of fungi presented in *Jatropha Curcas

SUMMARY. Collections of specimens of *Orchesella bifasciata* on *Jatropha curcas* leaves with fungi were taken. Specimens were collected from July 2012 to October 2013, two plots located in the town of Xochitlán de Vicente Suarez, Puebla. The Fungi in *J. curcas* leaves which were isolated, purified and identified taxonomically were, *Chaetomium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium verticillioides*, *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis* sp., *Helminthosporium* sp., *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. Feeding preference tests of *O. bifasciata* to the isolated fungi were taken, where only ten fungi were consumed: *Cladosporium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis* sp., *Helminthosporium* sp., *Alternaria alternata*, *Trichoderma* sp. y *Aspergillus* sp. A higher rate of fertilization in *O. bifasciata* individuals who consumed the mushrooms *Chaetomium* sp., *Phomas* sp. and *Fusarium verticillioides* appeared.

Keywords: *Collembola*, biological control, fungivory, canopy ecology, palatability

INTRODUCCIÓN

El piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) se adapta muy bien a áreas marginales semiáridas, es altamente resistente a la sequía y su aceite puede ser utilizado como biocombustible (Rajagopal, 2008).

J. curcas presenta problemas fitosanitarios en plantaciones comerciales (Sharma, 2007) que generan incertidumbre en el rendimiento de la semilla. (Achten *et al.*, 2010; Maes *et al.*, 2009; Wu *et al.*, 2010). Estos problemas se presentan en diversas partes de la planta y en las diferentes etapas fenológicas, causados principalmente por hongos (Quiroga *et al.*, 2010).

Por otro lado los colémbolos consumen a los hongos debido al contenido de nitrógeno que presentan (7%), además de algunas enzimas en su tracto digestivo como: las carbohidrasas

(trehalasas, celulasas y quitinasas), de ahí su capacidad de digerir las paredes celulares de los hongos (Berg *et al.*, 2004). El presente estudio se realizó para evaluar el papel de *Orchesella bifasciata* (Entomobryidae:Collembola), como posible consumidor de hongos fitopatógenos de *Jatropha curcas*.

MATERIALES Y MÉTODO

Fase de campo. Se colectaron los materiales en julio de 2012 y octubre de 2013, en dos parcelas: “Chicuasencuautla” y “Santa Lucia”, en el municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, en la Sierra Norte de Puebla. Se colectaron hojas de *J. curcas* con síntomas de hongos e individuos de *O. bifasciata*. Se cortaron trozos de hojas donde se encontraron los colémbolos, se depositaron en botes de plástico, se asperjaron con agua destilada y se agregó levadura de cerveza, finalmente se taparon con tul.

Aislamiento de hongos. En el Laboratorio de Micro y Mesofauna del Suelo, del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, se sembraron los hongos de las hojas de *J. curcas* en medio de cultivo PDA. Se hizo la determinación taxonómica mediante características morfológicas de los conidios y micelio, el crecimiento de las colonias tomando en cuenta el color, la forma y las estructuras de reproducción que presentaron. También se hicieron preparaciones temporales en lactofenol. Se utilizaron las siguientes claves: para género Barnett y Hunter (2006), y para especie las de Sutton (1980), Leslie y Summerell (2006) y Simmons (2007). Se hicieron cultivos puros de cada una de las cepas obtenidas.

Preferencia alimenticia. Los colémbolos colectados se mantuvieron en ayuno por 48 h. Posteriormente se prepararon cajas Petri con medio PDA, a los que se les realizaron cuatro perforaciones equidistantes, las cuales fueron llenadas con hongos obtenidos de los cultivos puros, se mantuvieron en incubación durante 24 h. Se prepararon cuatro cajas por cepa. Posteriormente se colocaron cinco colémbolos en cada caja y se mantuvieron ahí durante 48 h, luego se trasladaron a viales con alcohol al 70 %. Se hicieron preparaciones de los colémbolos en líquido de Hoyer para observar su tracto digestivo.

Se contaron los ejemplares muertos que se generaron durante las pruebas de preferencia alimentaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hongos aislados. Se obtuvieron 16 aislamientos de las hojas de *Jatropha curcas*: *Chaetomium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium verticillioides*, *Fusarium* K. Cepa 1 de *Fusarium oxysporum*, Cepa 2 de *Fusarium oxysporum*, *Phomopsis* sp., *Helminthosporium* sp., Cepa 1 de *Alternaria alternata*, Cepa 2 de *Alternaria alternata*, *Cladosporium* sp., Cepa 1 de *Trichoderma* sp., Cepa 2 de *Trichoderma* sp., Cepa 1 de *Aspergillus* sp., Cepa 2 de *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp.

Preferencia alimenticia. Todas las cepas fueron aceptadas, pues se observó el acercamiento de los colémbolos a los hongos (Figura 1). La cepa de *Cladosporium* sp. fue en la que se observaron un mayor número de especímenes de *O. bifasciata* que se acercaron al crecimiento micelial de este hongo con un 33.05% de los individuos, posiblemente se deba a que este hongo no libera o presenta muy pocos compuestos tóxicos que repelen o matan a los individuos de *O. bifasciata*, además puede estar liberando sustancias atrayentes hacia *O. bifasciata*. También este hongo puede presentar un buen contenido nutricional, lo que incita a los colémbolos a probar el

crecimiento micelial. En contraste el hongo que presenta menor aceptación por parte de los individuos de *O. bifasciata*, fue la cepa 2 de *Fusarium oxysporum* con solo el 12.36% de preferencia, tal vez esto se deba a que los hongos menos preferidos, presentan o despiden ciertas sustancias tóxicas (Sabatini e Innoceti, 2000). El porcentaje más alto de mortalidad fue de 18.3% y se presentó en la cepa 2 de *Fusarium oxysporum*, que también fue el aislamiento con menor porcentaje de preferencia alimenticia (Figura 1). La muerte pudo deberse a que los especímenes de *O. bifasciata* solo tuvieron a un hongo como la única fuente alimenticia disponible en el medio. Visseret *et al.* (1977) reportan que las hembras, necesitan el alimento para la formación y maduración de los huevecillos aunque esto significara su muerte.

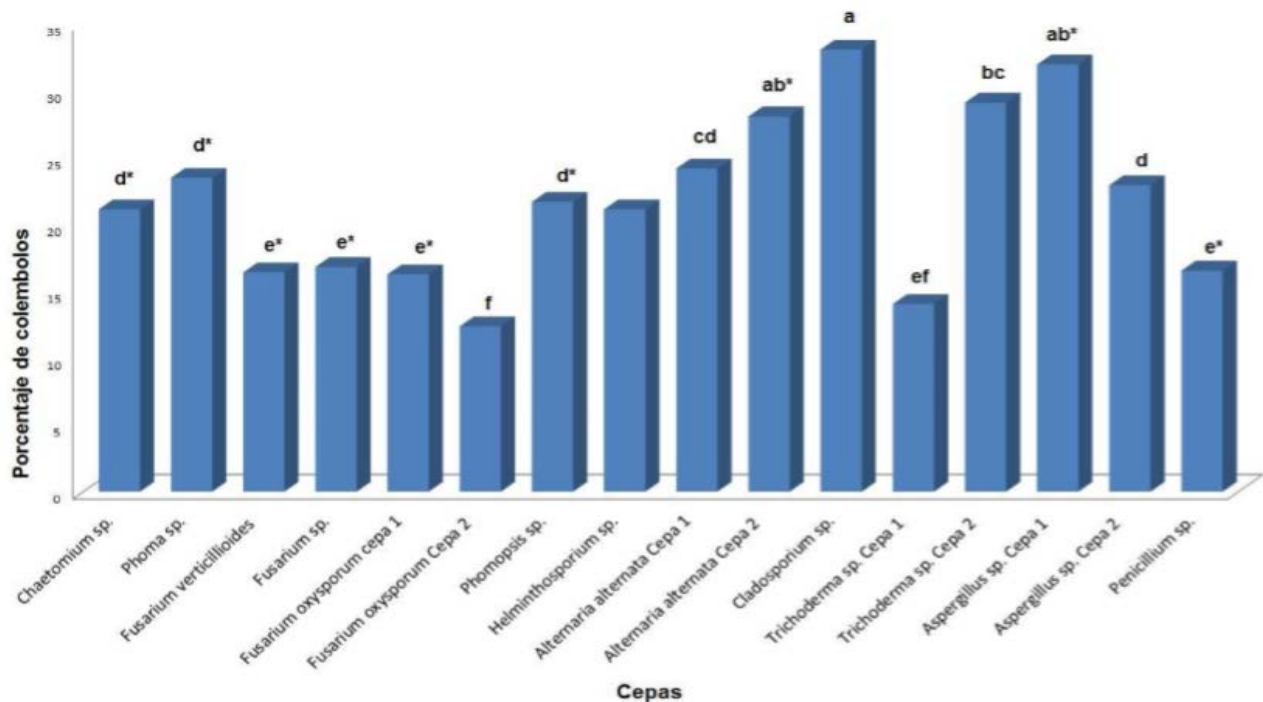


Figura 1. Porcentaje de preferencia alimenticia de *O. bifasciata* sobre las cepas de hongos aislados de hojas de *Jatropha curcas*. * Promedios con la misma letra asignada no son significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey).

En las cajas Petri con PDA que se utilizaron como medios receptores para los colémbolos en estudio de su preferencia alimenticia, se observaron huevecillos y juveniles, encontrándose la mayor cantidad en la cepa de *Cladosporium* sp., y luego en *Chaetomium* sp. Sabatini e Inoceti (2000) mencionan que la fecundidad puede estar profundamente influenciada con el tipo de hongo disponible como fuente de alimento. Shaw (1988) menciona que son indicadores de la calidad nutrimental que presentan los hongos, como son las concentraciones de Nitrógeno y Fosforo, las cuales determinan el crecimiento de la población de colémbolos. Se puede mencionar que ciertos hongos, no solo son fuente alimenticia, sino que su morfología y velocidad de crecimiento influyen en el incremento poblacional de los colémbolos.

Tractos digestivos

Se observó una asociación entre el acercamiento de los colémbolos a las cepas y el consumo de las mismas (Figura 2). Alguna de las discrepancias puede estar relacionadas con su hábitat, ya que los colémbolos realizan una selección de su alimento y si este presenta un buen sabor, lo consumirán, esto dependerá de la especie, la edad y el estado fisiológico del hongo (Moore *et al.*, 1985) y la presencia o ausencia de sustancias tóxicas.

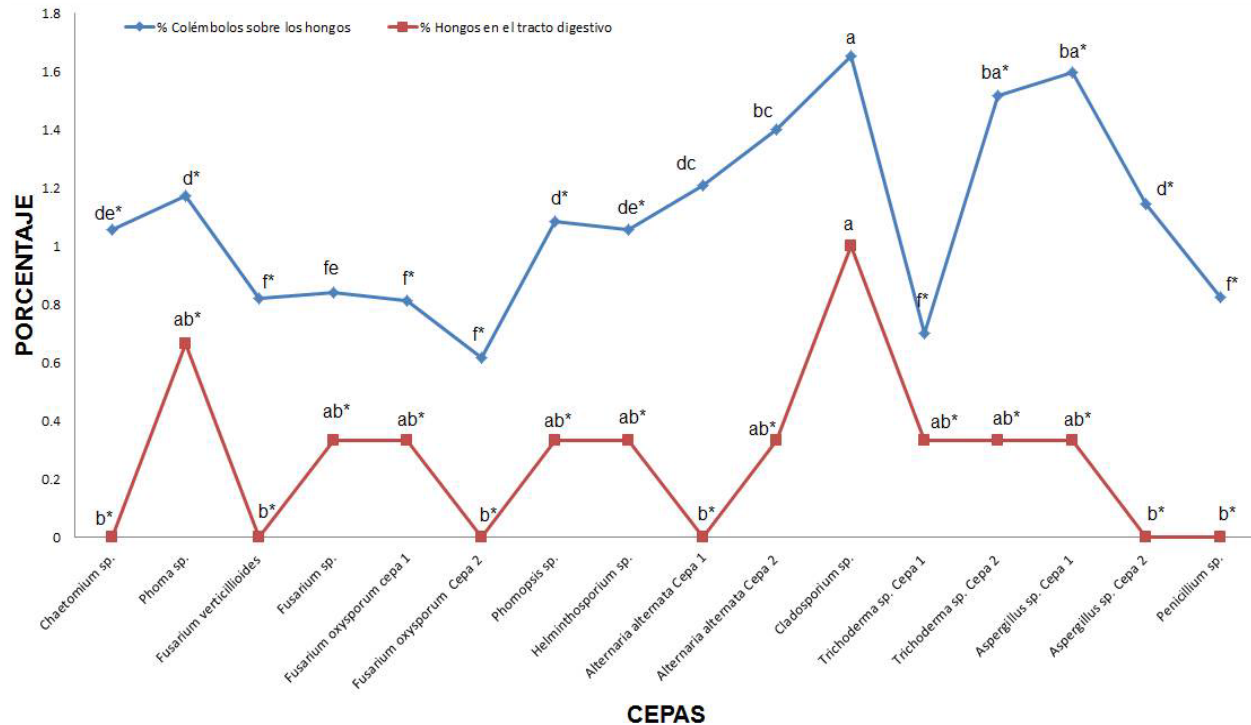


Figura 2. Porcentaje de especímenes de *Orchesella bifasciata* con estructuras fúngicas en el tracto digestivo en comparación con la atracción de estos colémbolos hacia los aislamientos de hongos ofrecidos. * Promedios con la misma letra asignada no son significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey).

Existe la duda si al ingerir los hongos fitopatógenos, los colémbolos pueden ser dispersores fúngicos. En un estudio realizado por Santiago (2014) al someter a germinación en medio de cultivo PDA el contenido intestinal de individuos de *O. bifasciata*, reportó que germinaron los hongos, sin embargo un factor que pudo influir fue el uso del medio de cultivo PDA, el cual proporcionó a los hongos los nutrientes necesarios para su desarrollo. Según Sabatini *et al.* (2002) mencionan que los propágulos fúngicos, se dañan en el tránsito intestinal, incluso después de la ingestión.

Estructuras fúngicas en el exoesqueleto de *O. bifasciata*.

En las preparaciones permanentes también se observaron y registraron aquellos individuos que tuvieron esporas de los hongos ofrecidos adheridas a su exoesqueleto. En la Figura 3 se hace la comparación de los colémbolos que se observaron sobre los aislamientos y los que presentaron esporas de los hongos ofrecidos, adheridas en el exoesqueleto.

En la mayoría de los especímenes de *O. bifasciata*, sometidos a las pruebas de preferencia alimenticia, se observaron cuerpos fructíferos adheridos al exoesqueleto, siendo la cepa 2 de *Aspergillus* sp. la que presentó el mayor porcentaje de especímenes con esporas

adheridas a su exoesqueleto (Figura 3), esto se debe a que cuando se acercaron al medio de cultivo también adquirieron esporas en la cutícula, principalmente en los apéndices locomotores, parte del tórax, furcula, e incluso en el aparato bucal (Rusek, 1989).

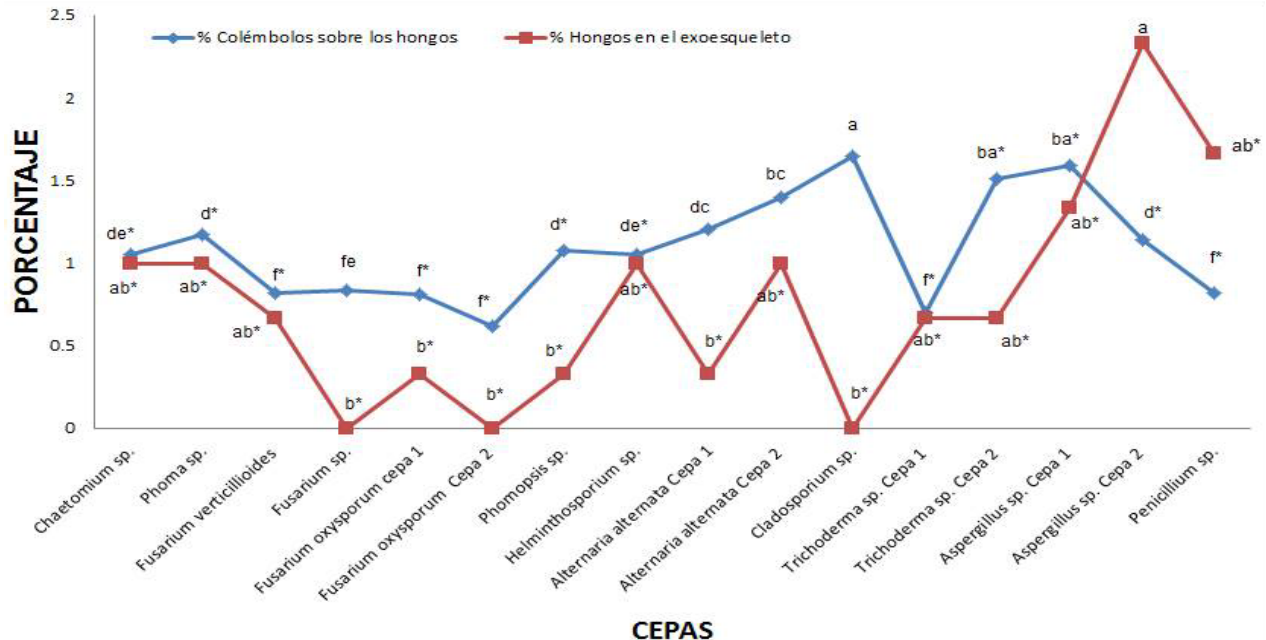


Figura 3. Porcentaje de especímenes de *Orchesella bifasciata* con estructuras fúngicas en el exoesqueleto en comparación con la atracción de estos colémbolos hacia los aislamientos de hongos ofrecidos. * Promedios con la misma letra asignada no son significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey).

En un estudio realizado por Santiago (2014) reportó que algunas estructuras fúngicas adheridas a individuos de *O. bifasciata* sin ningún tratamiento previo germinaron en medios de cultivo PDA, sin embargo señaló que un factor que influyó en la germinación de las esporas adheridas al colémbolo es la alta cantidad nutricional que posee el medio de cultivo PDA y las condiciones favorables que se proporcionan en el laboratorio, condiciones que el hongo difícilmente encuentra en campo. Sabatini *et al.* (2002) mencionan que la cantidad de propágulos viables transportados por los colémbolos en su cutícula es insuficiente para producir una enfermedad.

CONCLUSIONES

O. bifasciata consumió algunos hongos fitopatógenos de *J. Curcas*.

Los hongos consumidos en mayor proporción por *O. bifasciata* fueron *Cladosporium* sp., *Phoma* sp., *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum* cepa 1, por lo que se pudo observar la existencia de selectividad en su alimentación.

Los *O. bifasciata* ayudan a la dispersión de algunos hongos fitopatógenos, a través de su exoesqueleto, dentro de *J. Curcas*.

LITERATURA CITADA

- Achten, W.M.J., Maes, W.H., Reubens, B., Mathijs, E., Singh, V.P., Verchot, L., Muys, B. 2010. Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. 34:667-676.
- Berg. M. P., Mirjam, S., Harry, H., Van den, H. 2004. Feeding guilds in Collembola based on digestive enzymes. *Pedobiologia* 48, 589-601.
- Lartey, R. T., Curl, E. A., Peterson, C. M., Harper, J. D. 1989 Mycophagous grazing and food preference of *Proistomaminuta*(Collembola: Isotomidae) and *Onychiurus encarpatus*(Collembola: Onychiuridae). *Environmental Entomology* 18, 334-337.
- Maes, W.H., Trabucco, A., Achten, W.M.J., Muys, B. 2009. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. *Biomass and Bioenergy*.33:1481-1485.
- Moore, J. C., St. John, T. V., and Coleman, D. C. 1985. Ingestion of vesicular-arbuscular mycorrhizal hyphae and spores by soil microarthropods. *Ecology*. 66, 1979-1981
- Quiroga-Madrigal, R. R., E. Aguilar-Astudillo, C. J. Morales-Morales, M. A. Rosales-Esquinca y G. Gil-Martínez. 2010. Guía ilustrada de insectos y arañas asociados al cultivo de piñon (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas, México, con énfasis de la Depresión Central. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 135p.
- Rajagopal R (2008) Best practices for long-term *Jatropha* development. KnowGenix, Mumbai, India.
- Rusek, J. 1989. Ecology of Collembola. In 3rd International Seminar on Apterygota (R. Dallaied.). Siena: Univ. Siena Press. 271-281 pp.
- Sabatini, M. A., Innocenti G. 2000. Functional relationships between Collembola and plant pathogenic fungi of agricultural soils. *Pedobiologia* 44, 467-475.
- Sabatini, M. A., Ventura M., Innocenti, G. 2002. Do Collembola affect the competitive relationships among soil-borne plant pathogenic fungi? *Pedobiologia* 48, 603-608.
- Santiago, E. E. 2014. Relaciones entre *Jatropha curcas* L., *Orchesella bifasciata* Bourlet y hongos fitopatogenos. Universidad Autonoma Chapingo.
- Sharma, N. and Serraf, A. 2007. Plantation Management: Activities labour costs. Expert seminar on *jatropha curcas* L. Agronomy and genetics. Wageningen The Netherlands. Published By FACT Foundation.
- Shaw, P.J.A., 1988. A consistent hierarchy in the fungal feeding preferences of the Collembola *Onychiurus armatus*. *Pedobiologia* 31, 179-187.
- Visser, S., Whittaker J. B., 1977 Feeding preferences for certain litter fungi by *Onychiurus subtenuis* (Collembola), *Oikos* 29, 32.
- Wu, W.G., Huang, J.K., Deng, X.Z. 2010. Potential land for plantation of *Jatropha curcas* feedstocks for biodiesel in China. *Science China Earth Sciences*. 53:120-127.