



## BALANCE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CULTIVO DE HIGUERILLA EN LA PRODUCCIÓN DE BODIESEL EN MÉXICO

Alfredo Zamarripa Colmenero<sup>1</sup>; Jose Luis Solís Bonilla<sup>2</sup>; Enrique Mario Riegelhaupt<sup>3</sup>;  
Biaani Beu Martínez Valencia<sup>4</sup>; Maritza del Carmen Hernandez Cruz<sup>5</sup>;

1. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Doctor en Genética - [zamarripa.alfredo@inifap.gob.mx](mailto:zamarripa.alfredo@inifap.gob.mx); 2. Investigador del INIFAP, Ingeniero Agrónomo. 3. Investigador de la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO), Especialista en Energía. 4. Investigador del INIFAP, Maestra en Ciencias en Ingeniería Bioquímica. 5. Técnico de Laboratorio de Bioenergía, Ing. [Bioquímico](#).

**RESUMEN** - Diversos países en el mundo han apoyado la utilización de biocombustibles con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y diversificar las fuentes de abastecimiento. La higuera (*Ricinus communis* L.) es una de las especies para la producción de biocombustibles que reúne ventajas agronómicas y tecnológicas como alto potencial de rendimiento y disposición de riqueza genética para la selección de variedades y que además, no compite con la alimentación humana. Uno de los objetivos principales de la producción de biocombustibles es la disminución de GEI por lo que, de acuerdo a la Directiva Europea de Energías Renovables (DEER), la mitigación obtenida en la producción de biocombustibles debe ser mayor a 50 %. El presente trabajo consistió en determinar la cantidad de GEI generados en la producción de biocombustibles a partir del cultivo de higuera. La metodología utilizada se basó en las directrices establecidas por la DEER de la Unión Europea. El modelo permite contabilizar las emisiones de GEI de todos los insumos tomando en cuenta tres etapas: agrícola, industrial y transporte, analizando los valores de forma individual. Para el balance de emisiones se utilizó la referencia fósil de 83.8 kgCO<sub>2</sub>e/GJ. Se utilizó la tecnología de higuera en unicultivo y cultivos intercalados, desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para condiciones de trópico seco y trópico seco asociado con maíz. La densidad de siembra utilizada en la higuera para el trópico seco fue de 2, 222 plantas ha<sup>-1</sup>, con rendimiento de grano seco de 4.0 t ha<sup>-1</sup> y para el caso de la asociación la densidad de higuera fue la misma y la del maíz de 46,000 plantas ha<sup>-1</sup>, con rendimiento de grano seco de 5.09 t ha<sup>-1</sup>. El resultado del balance de emisiones de GEI del cultivo de higuera en las dos condiciones muestra que de las tres etapas analizadas, las mayores emisiones de gases contaminantes la representa la etapa agrícola con 745.7 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> y para el trópico seco asociado con maíz fue de 2423.4 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. El insumo que presenta la mayor fuente de emisión es el fertilizante con 573.1 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> y para el sistema intercalado fue de 2115.1 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>, seguido por el diesel que genera hasta 257.6 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> en el sistema asociado. La etapa de transporte, con los insumos de gasolina y diesel generan en el ciclo valores de 279 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> y la higuera asociada con maíz presenta valores de 307 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. La etapa industrial emitió 147 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> y la higuera asociada con maíz 164 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> de GEI. El total de emisiones generadas durante las tres etapas de la higuera en unicultivo fue de 1171.7 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup> y para trópico seco asociado con maíz fue de 2894.4 kgCO<sub>2</sub>e ha<sup>-1</sup>. Este valor de emisiones de GEI del biodiesel, expresado en kgCO<sub>2</sub>e/GJ, equivale a 16.7 kgCO<sub>2</sub>e/GJ, que al compararlo con la referencia fósil genera una mitigación positiva del 82 % y para el caso del trópico seco asociado con maíz equivale a 25.4 kgCO<sub>2</sub>e GJ, que al compararlo con la referencia fósil genera una mitigación positiva del 70 % lo que indica que producir biodiesel a partir del cultivo de higuera en unicultivo y sistema intercalado contribuye significativamente a la disminución de GEI. Se concluye que el paquete tecnológico de higuera establecido para las condiciones del trópico seco en unicultivo y asociado con maíz es altamente recomendable desde el punto de vista de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Palabras Clave:** Ciclo de vida, mitigación, cambio climático, sistemas de producción.

**Apoyo:** SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA) – México.