

SOFTWARE

# Súper-contamical 2.1, sistema automatizado para calcular la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos o dejados de emitir por diferentes vías

*Super-contamical 2.1, automated system to calculate the quantity of greenhouse effect gases (GEG) emitted or not by different sources*

M.Sc. Enrique Álvarez Torres<sup>I</sup>, Lic. José Enrique Álvarez Iglesias<sup>II</sup>, Ing. Salvador Fleitas Jiménez<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Dpto. de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabaque, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad de La Habana, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba.

**RESUMEN.** El presente trabajo es parte de las tareas que se vienen realizando por parte del Grupo de Energías Renovables y Alternativas de la Facultad de Ciencias Técnicas, de la Universidad Agraria de La Habana. A partir de las experiencias y metodologías existentes, se elaboraron tres programas informáticos, para posteriormente crear una herramienta de trabajo, que pudiera contribuir al trabajo docente e investigativo relativos a las fuentes energéticas y la influencia de estas sobre la emisión o no de gases de efecto invernadero (GEI) en el medioambiente, cuestión de gran interés por los docentes e investigadores vinculados con las tecnologías energéticas y su proyección en la agricultura. Los programas informáticos enfocan de forma variada la temática relativa a los GEI, cumplimentándose el objetivo de disponer de una herramienta que cuantifique la cantidad de GEI emitidos o dejados de emitir por las fuentes energéticas aplicadas. Esta herramienta se ha utilizado en la Facultad, en la docencia de pre y postgrado, elaboración de proyectos y presentación de trabajos en eventos.

**Palabras clave:** contaminación del ambiente, fuentes energéticas, energía alternativa.

**ABSTRACT.** The present paper is a part of the tasks that are carried out by the Group of Renewable and Alternative Energies of the Faculty of Technical Sciences, of the Agrarian University of Havana. Starting from the experiences and existent methodologies, three computer programs were elaborated, for later to create a work tool that could contribute to the educational and research work related to the energy sources and the influence of these over the emission or not of Gases of Greenhouse Effect (GGE) in the environment, question of great interest for the teaching staff and researchers linked with the energy technologies and its projection in the Agriculture. The computer programs focus in a varied way over the thematic relative to the GGE, being executed the objective of having a tool that quantifies the quantity of emitted or not emitted GGE by the applied energetic sources. This tool has been used in the Faculty, in the pre and graduate teaching, elaboration of projects and presentation of papers in events.

**Keywords:** environmental contamination, energy sources, alternative energy

## INTRODUCCIÓN

Con la introducción de los combustibles derivados del petróleo (combustible fósil) para los motores de combustión interna (MCI) y otras tecnologías que consumen estos combustibles, se manifestó un crecimiento y desarrollo acelerado en los procesos tecnológicos donde se aplicaban dichos combustibles (Paz, 2008). Los gases

emitidos por las tecnologías energéticas consumidoras de dichos combustibles, han llegado a provocar una contaminación ambiental con efectos considerablemente dañinos sobre el ecosistema y la sociedad, a esta situación se añade el agotamiento de las reservas mundiales del petróleo y otros combustibles fósiles, con acelerada

elevación de los precios de estos (Turrini, 1999<sup>1</sup>; Caraballo, 2007; Colas *et al.*, 2007; Simeón, 1999; Rodríguez, 2008; Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2005<sup>2</sup>).

Todas estas condiciones llevaron a los científicos y especialistas a retomar las fuentes de energías renovables (FER) como posibles alternativas energéticas en sustitución de los combustibles fósiles en especial los derivados del petróleo, lo cual constituye una forma de esperanza para preservar la vida en el planeta. Pero al existir la necesidad de cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por las tecnologías que aun consumen combustibles de origen fósil o GEI dejados de emitir por el empleo de las FER, se hizo necesario crear esta herramienta informática, que solo necesita la información elemental disponible en todos los centros de actividad laboral (López, 2005<sup>3</sup>; Sánchez *et al.*, 2007; Wark y Warner 1985). El objetivo de este trabajo fue elaborar un programa informático, para posteriormente crear una herramienta de trabajo, que pudiera contribuir al trabajo docente e investigativo relativos a las fuentes energéticas y la influencia de estas sobre la emisión o no de gases de efecto invernadero (GEI).

## MÉTODOS

Se creó un programa en Python 2.5 el cual fue implementado en la plataforma PyCharm 2.5. La interfaz de usuario fue implementada mediante el framework PyQt GPL versión 4.4.3. El programa tiene las características siguientes:

Presenta un menú con 5 opciones:

1. Opción para la información de las características del software y los cálculos.
2. Opción para el cálculo de la emisión o no de gases de efecto de invernadero (GEI), por el empleo de FER o racionaliza-

ción del uso de derivados del petróleo (Álvarez, 2005 y 2007; Vsorov, 1986; Vázquez, 2004).

3. Opción para el cálculo de la emisión o no de GEI, por el ahorro de combustible o energía (Serrano, 2008).
4. 4, Opción para cálculos más exactos de la cantidad GEI emitidos por el empleo de los MCI con gasolina o combustible Diesel (Álvarez 2005 y 2010; Amárale, 2008; Jovaj *et al.*, 1982).
5. Opción para la salida del software

Se le hace Introducción Inicial de Datos (Indicadores), para definir el programa que será utilizado para los cálculos.

Tiene Implícito varias Metodologías de Cálculos.

Permite que el usuario se familiarice con el Sistema Internacional de Medidas y con los índices empleados o calculados.

Permite desarrollar el proceso simulado de combustión con Combustibles o Biocombustibles (mediante la introducción de los valores de los porcentajes (%) de carbono, hidrogeno y oxigeno el peso molecular del biocombustible a emplear).

Es una herramienta que se puede emplear para valorar el impacto GEI de los MCI en el medio ambiente (MA)

Facilita el cálculo de:

1. cantidad de cada uno de los productos de la combustión (emisiones).
2. Facilita la toma de decisión sobre empleo de las fuentes energéticas

Permite la simulación de los procesos de cálculo para la capacitación con el software, mediante el "DEMO"

A continuación se pueden observar algunas ilustraciones del software, donde se muestran las pantallas ilustrativas del mismo

En la Figura 1, se muestra la pantalla No.1 con la ventana inicial del sistema automatizado (SA)

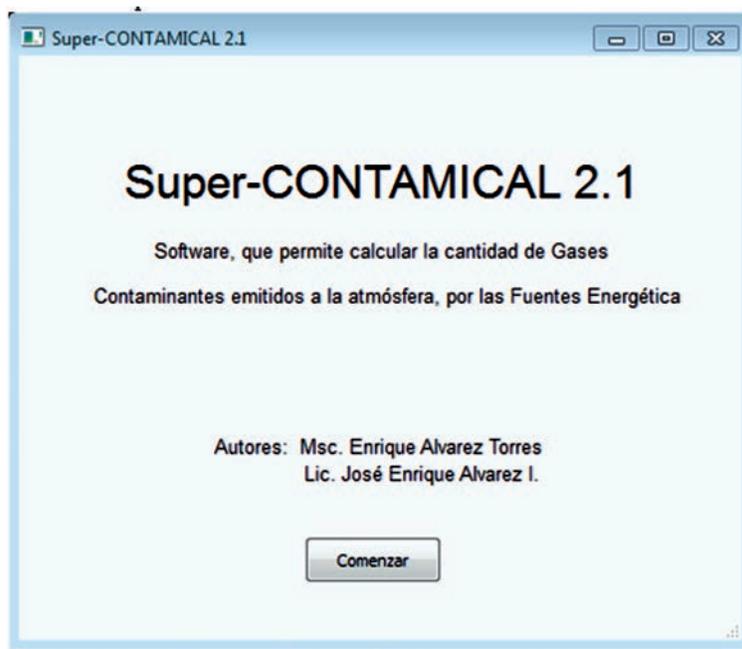


FIGURA 1. En la pantalla No. 1 se muestra la ventana inicial del SA.

<sup>1</sup> TURRINI, E.: Combustibles fósiles, pp. 53-66, Enrico Turrini, Capitulo II, El camino energético, El camino del Sol, Editorial CubaSolar, La Habana, Cuba, 1999.

<sup>2</sup> MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE: Estrategia Ambiental Nacional 2005-2010, 28pp., Editorial Academia, La Habana, Cuba, 2005.

<sup>3</sup> LÓPEZ, C.M. C.: Introducción al conocimiento del medio ambiente. 19pp., Universidad para todos, Suplemento Especial (SE), Editorial Academia, La Habana, 2005.

En la Figura 2, aparece la pantalla No. 2 con el MENÚ PRINCIPAL del SA y sus 4 opciones.

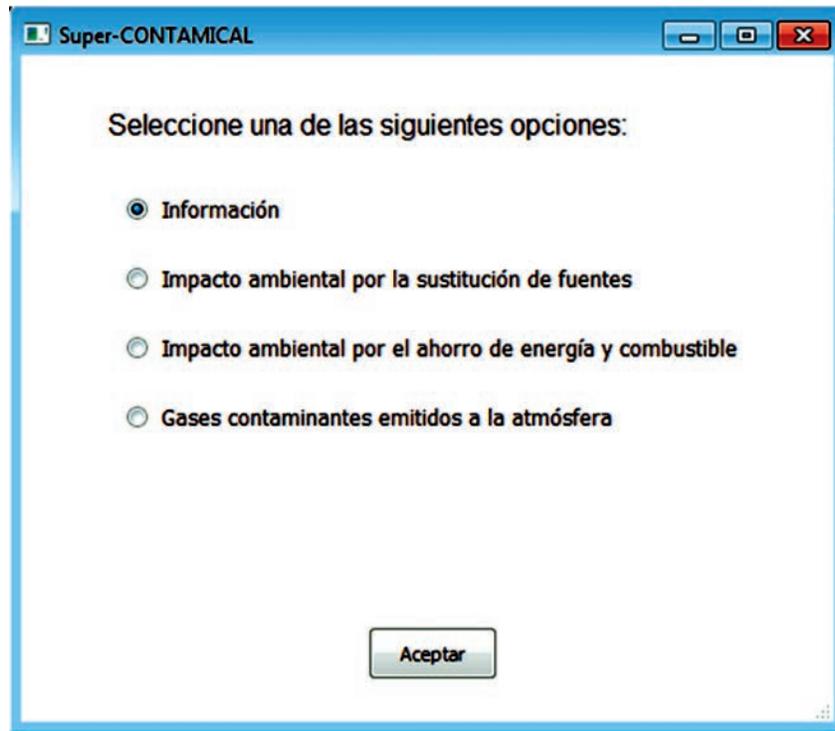


FIGURA 2. Presenta la pantalla No. 2 con el MENU PRINCIPAL.

### Detalles del menú

Opción No. 1. Se le indica al usuario las metodologías empleadas en el SA señalizando las formulas y manejo de estas, las cuales están referidas a la bibliografía referida.

Opción No. 2. Se introducen los siguientes datos:

Capacidad de generación en MW×h/anual, que puede generar una fuente de energía renovable o alternativa (FER).

Factor de capacidad o rendimiento de la fuente.

Como constante las horas anuales (89 760 h).

Y las ecuaciones.

Resultados obtenidos:

Disponibilidad disponible con la fuente energética referida.

Cantidad de CO<sub>2</sub> a emitir si emplea una fuente energética de origen fósil (FEOF), la cuales ser dejadas de emitir si emplea una FER.

Contribución a la comunidad por el empleo de las FER y sustitución de las FEOF.

Cantidad de viviendas favorecidas.

Cantidad de árboles para absorber el CO<sub>2</sub> dejado de emitir.

Cantidad de automóviles equivalentes al CO<sub>2</sub> dejado de emitir.

Ahorro de combustible de la Termoeléctrica por la sustitución de las FEOF.

Opción No. 3. Permite dos opciones.

1. Valorar la cantidad emitida o dejada de emitir (en el primer caso si emplea FEOF y el segundo caso si aplica FER), por el uso (empleo de FEOF) o ahorro (empleo de FER), de energía. Estos cálculos se basan en factores tomados y aplicados de las bibliografías consultadas.

Se introducen las constantes de emisión (g/L) siguientes:

2 986 de CO

0,6 de CO<sub>2</sub>

8 de NO<sub>x</sub>

0,12 de hidrocarburos

0,399 de SO<sub>x</sub>

y formulas.

Parámetros de salida:

- toneladas de CO/año
- toneladas de CO<sub>2</sub>/año
- toneladas de NO<sub>x</sub>/año
- toneladas de hidrocarburos/año
- toneladas de SO<sub>2</sub>/año

2. Valorar la cantidad emitida o dejada de emitir (en el primer caso si emplea FEOF y el segundo caso si aplica FER), por el uso (empleo de FEOF) o ahorro (empleo de FER), de energía. Estos cálculos se basan en factores tomados y aplicados de las bibliografías consultadas.

Se introducen las constantes de emisión (g/kW×h) siguientes:

799 de CO

0,23 de CO<sub>2</sub>

3,41 de NO<sub>x</sub>

0,083 de hidrocarburos

0,0984 de SO<sub>x</sub>

y formulas.

Parámetros de salida:

- toneladas de CO/año
- toneladas de CO<sub>2</sub>/año
- toneladas de NO<sub>x</sub>/año
- toneladas de hidrocarburos/año
- toneladas de SO<sub>2</sub>/año

Opción No.4. Se emplea para determinar con gran precisión la emisión de GEI por los motores de combustión interna (MCI). Se hace una introducción general de determinada información tales como:

- tipo de combustible que emplea el MCI.
- Motor con o sin sobrealimentación.

Valor del coeficiente de barrido (para los motores sobrealimentados)

Para los motores de gasolina de forma general, se introducen valores de índices tales como:

- el valor de la masa molecular del combustible (110...120);
- el valor del coeficiente de exceso de aire (alfa) (0,75...1,20);
- el valor de la masa molecular del aire. (28,05... 28,97);
- el valor de la composición elemental de la gasolina.
  - porcentaje de carbono;
  - porcentaje de Hidrogeno;
  - porcentaje de Oxígeno;
- cantidad de kilogramos de combustible consumido diariamente;
- cantidad de días trabajados mensualmente.

Existen dos programas de gasolina:

- programa para cuando Alfa es  $<1$ ;
- programa para cuando Alfa es  $>1$  o Alfa es  $=1$ .

Con los datos introducidos inicialmente, la cantidad de kilogramos de combustible consumidos diariamente y la cantidad de días trabajados mensual, se obtienen los siguientes parámetros:

Programa para el cálculo de la cantidad de GEI emitidos por el MCI de gasolina con alfa (coeficiente de exceso de aire)  $<1$ :

- Parámetros obtenidos (mensual);
- Cantidad teórica de aire en kmol
- Cantidad teórica de aire en kg
- Cantidad real de aire en kmol
- Cantidad real de aire en kg
- Cantidad total de mezcla fresca en kmol
- Cantidad total de mezcla fresca en kg
- Cantidad de todos los productos que forman el escape
- Fracción de carbono (fra) que forma el CO
- Cantidad de CO que se produce en kmol;
- Cantidad de CO que se produce en kg;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kmol;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kg;
- Cantidad de agua en kmol;
- Cantidad de agua en kg;
- Cantidad de nitrógeno en kmol;
- Cantidad de nitrógeno en kg;
- Suma total de los productos de la combustión en kmol;
- Suma total de los productos de la combustión en kg;
- Incremento de volumen dm;
- Coeficiente teórico de variación Mo;

Con los datos introducidos inicialmente, la cantidad de kilogramos de combustible consumidos diariamente y la cantidad de días trabajados mensual se obtienen los siguientes parámetros

Programa para calcular la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por el motor de Gasolina con Alfa  $>1$  o Alfa  $=1$ :

- Parámetros obtenidos (mensual);
- Cantidad teórica de aire en kmol;

- Cantidad teórica de aire en kg;
- Cantidad real de aire en kmol;
- Cantidad real de aire en kg;
- Cantidad total de mezcla fresca en kmol;
- Cantidad total de mezcla fresca en kg;
- Cantidad de todos los productos que forman el escape;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kmol;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kg;
- Cantidad de agua en kmol;
- Cantidad de agua en kg;
- Cantidad de nitrógeno en kmol;
- Cantidad de nitrógeno en kg;
- Cantidad de oxígeno en kmol;
- Cantidad de oxígeno en kg;
- Suma total de los productos de la combustión en kmol;
- Suma total de los productos de la combustión en kg;
- Incremento de volumen dm;
- Coeficiente teórico de variación Mo.

Para el cálculo con los motores Diesel con o sin sobrealimentación, se introducen inicialmente datos comunes generales para ambos motores (programas), tales como:

Programa para el cálculo de la cantidad de gases de efecto invernaderos (GEI), emitidos por los motores que emplean Diesel

- Se introducen los datos generales de los MCI Diesel;
- Valor de la masa molecular del combustible 110...130);
- Valor del coeficiente de exceso de aire (alfa) (1.12...4);
- Valor de la masa molecular del aire (28,05... 28,97);
- Valor de la composición elemental del Diesel;
- Porcentaje de carbono (0,84...0,88);
- Porcentaje de hidrogeno (0,15...0,116);
- Porcentaje de oxígeno (0,01...0, 04);
- Cantidad de kg consumidos diarios;
- Cantidad de días a trabajar o trabajados.

Se aplica el programa para MCI Diesel sin sobrealimentación

Programa para calcular la cantidad GEI, emitidos por los motores con combustible Diesel sin sobrealimentación

- Parámetros obtenidos
- Cantidad teórica de aire en kmol;
- Cantidad teórica de aire en kg;
- Cantidad real de aire en kmol;
- Cantidad real de aire en kg;
- Cantidad total de aire en kmol;
- Cantidad total de mezcla fresca en kg;
- Cantidad de todos los productos que forman el escape;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kmol;
- Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kg;
- Cantidad de AGUA en kmol;
- Cantidad de AGUA en kg;
- Cantidad de OXIGENO en kmo;l
- Cantidad de OXIGENO en kg;
- Cantidad de NITRÓGENO en kmol;
- Cantidad de NITRÓGENO en kg
- Suma total de los productos de la combustión en kmol;
- Suma total de los productos de la combustión en kg;

- Incremento del volumen es en kmol;
- Coeficiente teórico de variación Mo.

Si el motor emplea Diesel, sobrealimentado y con el valor del coeficiente de barrido, cantidad de kilogramos diarios empleados y cantidad de días trabajados o por trabajar mensual, se empleara el siguiente programa:

Programa para calcular la cantidad de gases emitidos de efecto invernadero por motores que emplean Diesel y con sobrealimentación

- Parámetros obtenidos (mensual);
  - Cantidad teórica de aire en kmol;
  - Cantidad teórica de aire en kg;
  - Cantidad real de aire en kmol
  - Cantidad real de aire en kg;
  - Cantidad total de aire en kmol;
  - Cantidad total de mezcla en kg;
  - Cantidad de todos los productos que forman el escape;
  - Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kmol;
  - Cantidad de CO<sub>2</sub> que se produce en kg;
  - Cantidad de agua en kmol;
  - Cantidad de agua en kg;
  - Cantidad de oxígeno en kmol
  - Cantidad de oxígeno en kg;
  - Cantidad de nitrógeno en kmol;
  - Cantidad de nitrógeno en kg;
  - Suma total de los productos de la combustión en kmol;
  - Suma total de los productos de la combustión en kg;
  - Incremento del volumen es en kmol;
  - Coeficiente teórico de variación Mo.
- Opción No. 5. Permite la salida del sistema automatizado (SA)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El SA como se puede observar da los resultados en forma de “DEMO”, para que el usuario se familiarice con el Manual del sistema y además conozca la forma en que opera este, es por ello que cuando no se introducen datos “ASUME VALORES REALES”, para llegar a resultados propios de un proceso determinado, tiene implícito valores obtenidos por organismos competentes en la materia.

Haciendo uso real del SA se han obtenido datos que han sido comprobados en actividades docentes evaluativas de pregrado (trabajos extra-clases, trabajos de cursos y diplomas) y en actividades evaluativas de postgrado (maestría y diplomado) y en la elaboración de proyectos de investigación. Se ha podido comprobar que no existe a disposición de empresas y otros centros un sistema automatizado que cumpla la actividad que este realiza, aunque aún está en fase de perfeccionamiento.

## CONCLUSIONES

- El SA constituye una herramienta de trabajo para calcular fundamentalmente las emisiones o no de gases efecto invernadero (GEI), por la tecnología energética empleada en las empresas y otros centros agropecuarios.
- El SA permite la realización de simulaciones de procesos tecnológicos con variados portadores energéticos y la valoración equivalente de emisiones o no de GEI, lo que facilita la gestión de las Fuentes Energéticas de menos contaminación al medio ambiente (MA).
- Establece los equivalentes que reportan en otras fuentes emisoras de GEI, la disminución de GEI por la sustitución de las fuentes de origen fósil (FOF) por fuentes de energías renovables (FER).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, E. A.: *Sistema automatizado para determinar la cantidad de gases emitidos por los Motores de Combustión Interna (MCI) empleados en la Agricultura*, Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA), Registro 2585-2005, La Habana, Cuba, 2005.
- ÁLVAREZ, E. A.: *Software para el Cálculo Térmico de los Motores de Combustión Interna (MCI)*, Centro Nacional de Derecho del Autor (CENDA), Registro 2586-2005, La Habana, Cuba, 2005.
- ÁLVAREZ, E. A.: *Software para la valoración previa del Impacto Ambiental, por el empleo de las Fuentes Energéticas Renovables y Alternativas*, Centro Nacional de Derecho del Autor (CENDA), Registro 2746-2007, La Habana, Cuba, 2007.
- ÁLVAREZ, E. A.: *Software: CONTAMICAL2. Sistema Automatizado para el cálculo de los contaminantes emitidos por los motores de Combustión Interna (MCI)*, Centro Nacional de Derecho del Autor (CENDA), Registro 343-2010, La Habana, Cuba, 2010.
- AMÁRALES, C. M.: “Control de las emisiones para el transporte automotor”, *Ecosol*, ISSN 1028-6004, 23: enero-febrero-marzo, 2008.
- CARABALLO, L. M.: *Derecho y Medio Ambiente*, 19pp., 1ra Parte, Universidad para todos, Suplemento Especial (SE), Editorial Academia, ISBN 978-959-270-098-7, La Habana, Cuba, 2006.
- COLÁS, A. J.A.; O.H. ÁLVAREZ; E. FUENTES y R. TEUTELÓ: “Evaluación de las emisiones gaseosas e impacto ambiental de una termoeléctrica cubana”, *Eco Solar*, ISSN 1028-6004, 17: 6-10, julio-agosto-septiembre, 2007.
- JOVAJ, M. S.; V. M. ARJANGEISKI, M. N. VIJERT, A. N. VOINOV, YU. A. STEPANOV, V. I. TRUSOV: *Reacciones de combustión del carburante*, pp. 39-65, M. S. Jovaj, Capítulo III, El combustible y sus reacciones, Motores de Automóvil, Editorial MIR, Moscú. 1982.
- PAZ, E.: “Modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos emitidos por el tráfico vehiculado en una vía de Ciudad de La Habana”, *Eco Solar*, ISSN 1028-6004, 23: 1-6, enero-febrero-marzo, 2008.
- RODRÍGUEZ, G. J.E.: “Contaminación atmosférica resultante del proceso productivo en el Centro de Investigaciones Siderúrgicas”, *Eco Solar*, ISSN 1028-6004, 23: 7-12, enero-febrero-marzo, 2008.
- SANCHEZ, R. J.V. R.; O. GONZÁLEZ; H. CORREA y H. HERNÁNDEZ: “Recuperación de los suelos y disminución de la contaminación

**mediante el empleo de los biodigestores en el sector cooperativo y campesino de la provincia de Matanzas**". *Eco Solar*, ISSN 1028-6004, 22: 10-15, octubre-noviembre-diciembre, 2007.

SERRANO, M. J. H.: *Medio Ambiente y Producción más limpia*, 16pp., Juana Herminia Serrano Menéndez, 2da. Parte., Universidad para todos, Suplemento Especial, Editorial Academia de Ciencias, ISBN 978-959-270-097-0, La Habana, Cuba, 2006.

SIMEÓN, N. R.E: *Reglamento del proceso de evaluación de Impacto Ambiental*, 19pp., Resolución No. 77/99, Rosa Elena Simeon Núñez, Gaceta Oficial de la República, ISSN: 0864-0793, La Habana, Cuba. 1999.

VÁZQUEZ, H. L.: "Análisis cualitativo de indicadores de impacto ambiental global para instalaciones energéticas *Eco Solar*, ISSN 1028-6004, 9: 6-12, octubre-noviembre-diciembre, 2004.

VSOROV, B. A.: *Procesos reales en el motor Diesel*, pp. 73-98, Tema 2. Fundamentos termodinámicos y funcionamiento del motor Diesel, Manual de motores Diesel para tractores, Editorial MIR, Moscú, Rusia, 1986.

WARK, K. y C. F. WARNER: *Contaminación del aire, origen y control*, 865pp., 2da. Edición, Editorial Limusa, ISBN 84-291-7506-7, México, 1985.

Recibido: 28 de febrero de 2013.

Aprobado: 10 de julio de 2014.

Publicado: 24 de octubre 2014.

Enrique Álvarez Torres, Ing., Profesor Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Dpto. de Ingeniería Agrícola, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Correo electrónico: [etorres@unah.edu.cu](mailto:etorres@unah.edu.cu)



El proyecto de colaboración internacional "Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local", **BASAL**, comenzó su ejecución oficial el 2 de abril del 2013, es coordinado por la Agencia de Medio Ambiente del CITMA y cuenta con la participación de varias instituciones de este ministerio así como tiene como socio clave en su implementación a instituciones y entidades del MINAG y los gobiernos locales. Dispone de un financiamiento cercano a los 13 millones de CUC, provenientes de la Unión Europea y de la Agencia Suiza de Cooperación – COSUDE. Es implementado por el Programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) y tendrá una duración de 5 años (2013-2017).

BASAL tiene como objetivo apoyar la adaptación al cambio climático en el sector agrícola, a escala local, en los municipios de Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú y a escala nacional, a través de la Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica del Minag y con la participación de las Direcciones de Cultivos Varios y Ganadería y el Grupo Agroindustrial de Granos de este Ministerio.

Tiene tres grandes resultados esperados:

1. *Aplicadas medidas de adaptación agropecuarias por las y los productoras/es individuales y cooperativistas en los municipios de Los Palacios, Güira de Melena y Jimaguayú, las cuales consideran las necesidades específicas de mujeres y hombres y los impactos diferenciados del cambio climático en ellas y ellos.*
2. *Consolidado el intercambio de información y conocimientos entre científicas/os y productoras/es locales y nacionales y capacitadas/os estos actores para lograr un mejor enfrentamiento conjunto a los retos del cambio climático.*
3. *Entregadas herramientas género-sensibles para enfrentar los impactos del cambio y la variabilidad climática y hacer más sostenible la producción de alimentos, a las autoridades locales y nacionales.*

Entre las principales actividades para cada Resultado están:

**Resultado 1:** *Rehabilitación de sistemas de riego y drenaje, Optimización del riego y asesoramiento al regante según condiciones agrometeorológicas, Rotación de suelos y de cultivos, Diversificación de la producción agrícola, Introducción de variedades más resistentes a las condiciones agrometeorológicas locales, Empleo de fertilizantes orgánicos y bioestimuladores del crecimiento, Manejo integrado de plagas y de residuales, Introducción de sistemas silvopastoriles.*

**Resultado 2:** *Fortalecimiento del Sistema de Extensionismo Agrícola, Implementación de Centros de Creación de Capacidades y Gestión del Conocimiento (CCC/GC), Fortalecimiento de la Red de Información Agrometeorológica y Productiva (RIAP), Intercambio de experiencias de buenas prácticas agrícolas y de experiencias exitosas nacionales e internacionales, en adaptación al cambio climático, en el sector agrícola, prioritariamente en la región de Centroamérica, el Caribe y en la Unión Europea.*

**Resultado 3:** *Modelos de ordenamiento ambiental municipal y comunitario, que servirán de insumos a los modelos de ordenamiento territorial, Planes de desarrollo municipales del sector agrícola, con indicadores de adaptación al cambio climático incorporados, Modelación de los impactos del cambio climático sobre la producción agrícola, disponibilidad de agua, estado de los suelos y la ocurrencia de plagas, Elaboración de escenarios socio-económicos y ambientales sobre la relación medio ambiente cambio climático, Pronósticos de cosechas.*

