

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE ESTUFAS HÍBRIDAS, ECOLÓGICAS, EFICIENTES Y DE BAJO COSTO

Por M. Sc. Prof. Aux, Ing. Ángel Eugenio Infante Haynes*, Ing. Gerardo Hernández Ramírez*, M. Sc. Lic. Ivette del Carmen Quevedo Pérez*, M. Sc. Ing. Roberto Ramírez González*, Dr. C. Irisbel Infante Valiente* e Ing. Zolio Bienvenido Suárez Pérez, profesor Auxiliar*

* Departamento de Mecánica, Universidad de Holguín, Ministerio de Educación Superior, MES, Cuba
E-mail: ehaynes@uho.edu.cu

Resumen

En el presente trabajo se realizó un rediseño de una cocina eficiente, ecológica y de bajo costo, aplicando el software Solidword, para dar respuesta, en primer lugar, a la cocción de alimentos como alternativa al suministro de gas licuado del petróleo y al ahorro de electricidad, dadas las condiciones de bloqueo impuestas por la administración norteamericana; en segundo lugar, al saneamiento de los residuales de carpintería en los basureros improvisados que existen en los barrios periféricos de la ciudad de Holguín; y en tercer lugar, darle solución a otro problema ambiental, la acumulación de sargazos en las playas del país, con alto grado de metales pesados y arsénico, y que afecta el entorno turístico de la misma. Esta biomasa pudiera convertirse en una briqueta, logrando con su quema un alto valor calorífico y pudiera ser una opción de ayuda a las familias que viven cerca de las costas y con bajos ingresos, teniendo en cuenta que además con la cocina se ahorraría 50 % de materia que se utilizaría en las cocinas convencionales de leña. Por otro lado se pudieran aprovechar las briquetas de serrín y papel como resultado también de los residuos sólidos de las empresas. Otras de las variantes de esta estufa que la hace híbrida, es cuando se diseñan con dos hornillas: una trabajaría con biomasa sólida, como práctica de la agroenergía y la otra con biogás, o hidrógeno, o ambos combustibles juntos. Se debe destacar también que no solo es una solución para los hogares, sino también para unidades militares, tanto en puntos fijos como en maniobras, así como para las empresas, escuelas, seminternados, círculos infantiles y unidades de salud públicas.

Palabras clave: Solidword, biomasa, agroenergía.

DESIGN AND FABRICATION OF ECO-FRIENDLY, EFFICIENT AND LOW-COST HYBRID COOKSTOVES

Abstract

In this paper an efficient, ecological and low-cost stove was redesigned, using Solidword software, in order to respond, firstly, to the cooking of food as an alternative to the supply of liquefied petroleum gas and to save electricity, given the blockade conditions imposed by the North American administration; secondly, to the sanitation of carpentry waste in the improvised dumps that exist in the peripheral neighborhoods of the city of Holguin; and thirdly, to provide a solution to another environmental problema: the accumulation of seaweed on the country's beaches, with a high level of heavy metals and arsenic, which affects the tourist environment of the same. This biomass could be converted into a briquette, achieving with its burning a high calorific value and could be an option to help families living near the coasts and with low income, taking into account that the stove would also save 50 % of the material that would be used in conventional wood stoves. On the other hand, sawdust and paper briquettes could be used as a result of solid waste from companies. Another variant of this stove that makes it hybrid, is when it is designed with two burners, one would work with solid biomass, as a practice of agroenergy and the other with biogas, or hydrogen, or both fuels together. It should also be noted that it is not only a solution for homes, but also for military units, both in fixed points and in maneuvers, as well as for companies, schools, seminternships, children's circles and public health units.

Keywords: Solidword, biomass, agroenergy

I. Introducción

Según la Agencia Internacional de Energía, la dependencia de energía basada en combustibles fósiles no es sostenible, tanto en términos de seguridad del suministro como de sus efectos ambientales [FAO, 2008b]. La agroenergía dispone del potencial para contribuir a satisfacer, al menos en parte, la creciente demanda energética. En este sentido ello exige el desarrollo de nuevos conocimientos y políticas que promuevan el acceso a la energía mediante la técnicas de energía del agro, pero logrando una seguridad alimentaria sin afectaciones al medio ambiente; por tanto, las iniciativas que se desarrollen pueden ofrecer nuevas oportunidades a las comunidades rurales. Una de ellas es la producción de energía a partir de la biomasa en sistemas agroforestales integrados, que permitan compatibilizar la seguridad alimentaria y la protección ambiental; en 2007 la biomasa se utilizó para satisfacer alrededor de 10 % de la demanda mundial de energía primaria [FAO, 2008c].

En los últimos 20 o 30 años, la presión causada por el crecimiento demográfico y la explotación comercial de los bosques en el Tercer Mundo, han causado que la leña sea cada día más escasa. Son muchas las comunidades, tanto urbanas como rurales, que están enfrentando problemas de escasez de biomasa para la cocción y, por su alto costo, no pueden darse el lujo de otras fuentes de energía como el kerosene, electricidad o gas. Teniendo en cuenta estas últimas tecnologías para mejorar la salud, el sustento y la calidad de la vida al reducir la exposición a la contaminación del aire intradomiciliario, sobre todo entre mujeres y niños, debido al uso de combustible en la casa. Por lo que se debe trabajar para aumentar el uso de prácticas limpias, confiables, comprobables y eficientes de cocción y calefacción en el hogar, que reduzcan la exposición de las personas a la contaminación del aire en el interior de la vivienda, principalmente en países en vías de desarrollo.

La contaminación del aire intradomiciliario causa serios problemas de salud para dos mil millones de personas en todo el mundo que usan biocombustibles tradicionales para sus necesidades de cocción y calefacción, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En los últimos años han crecido la sabiduría sobre el costo ambiental y social del uso de combustibles tradicionales y de estufas, y los conocimientos sobre formas de reducir las emisiones de estas cocinas. No obstante, las estufas mejoradas actualmente disponibles a los clientes más pobres no siempre representan la mejor práctica o un concepto del diseño que se base en la ingeniería moderna, es por eso que se debe tener en cuenta: que se use menos material de combustión (leña, briquetas) para hacer fuego, que el humo tóxico salga afuera del lugar donde se cocine, que no hayan accidentes por volcamiento de las cazuelas, que no afecte el cuerpo por la posición de agachados, que no se irriten los ojos por el humo, que la preparación de la comida sea higiénica, y que tenga buen sabor.

II. Materiales y métodos

Materiales

1. Tubo de acero de 2000x100x3 mm
2. Platinas de acero 1000x500 mm

3. Barra de acero 1000x10 mm
4. Bisagras de metal 6
5. Plancha de madera 1000x500x10 mm
6. Ruedas de gomas 2
7. Perfil L 2000x150 mm
8. Electrodo para acero 1kg

Métodos

Diseño con Software Profesional Solidworks Premium 2016.

III. Desarrollo

Desde la antigüedad los alimentos se preparaban en grandes cocinas públicas, y con el fuego no solo se utilizaba para la cocción de los alimentos, sino también para alumbrarse y obtener calor. La leña es la principal fuente de energía en la mayoría de países en desarrollo y constituye en algunos casos hasta 90 % de la matriz energética para usos casi exclusivamente domésticos. La gran mayoría de personas que la utiliza viven en países en desarrollo, y casi todas son de escasos recursos económicos. Aunque los fuegos abiertos suelen malgastar el combustible, principalmente el sólido, como la leña, cuando se realizan cuidadosamente en estufas como la diseñada o en laboratorio, esos fuegos han demostrado que se pueden quemar en forma eficaz y limpia. El Dr. Grant Ballard-Tremeer y el Dr. Kirk Smith fueron los primeros científicos en descubrir que el fuego de tres piedras podía ser más eficiente y más limpio en combustión que algunas cocinas «mejoradas». Teniendo en mente que las tecnologías indígenas se han desarrollado sobre incontables años de experimentación y son de gran valor, ha cambiado la perspectiva de los científicos que lidian contra las causas del sufrimiento humano. Observar las formas en las que los expertos realizan un fuego abierto ha enseñado a los ingenieros a diseñar estufas todavía más avanzadas. Las modernas para cocinar se han diseñado primariamente para lograr una combustión más limpia. Se puede después forzar el calor contra la olla sin aumentar las emisiones nocivas.

El Dr. Larry Winiarski ha dedicado su vida a promover una variedad de tecnologías domésticas limpias y eficientes. Su mayor logro, y del que está más orgulloso, es la invención de la estufa cohete y su adopción a gran escala en los países en desarrollo. Se partió como base de los preceptos del químico suizo, Aimé Argand, quien en 1780 desarrolló un artilugio de mechero circular, el cual comenzó a llamarse Quinquet por las mejoras introducidas por el francés Antoine Quinquet, como por ejemplo el tubo de vidrio, desplazando con mucha rapidez, las lámparas de aceite usadas hasta entonces. Cientos de miles de estufas han sido fabricadas usando su tecnología. La estrategia de Larry para asegurar la adopción a gran escala se basa en la adaptación de la tecnología para utilizar materiales, técnicas de construcción y maquinaria locales con el fin de producir modelos adecuados al nicho de mercado local y al rango de costos. Él ha compartido libremente esta tecnología con el mundo entero, y ha trabajado para detener cualquier patente o derechos exclusivos con el fin de garantizar un suministro comercial sostenible de la cocina a un precio

justo. Viaja por todo el mundo para enseñar a individuos y grupos los principios de la estufa cohete y ayudarles a iniciar pequeñas tiendas y fábricas locales. «Puedes tener una buena cocina», aconseja, «pero también necesitas un buen entrenamiento y seguimiento».

Los principios del Dr. Larry Winiarski, a tener en cuenta a la hora del diseño, fabricación y puesta en marcha de una estufa, son:

1. *En la medida de lo posible, es necesario aislar alrededor del fuego con materiales livianos y resistentes al calor.* Si es posible, no use materiales pesados como la arcilla y la arena.

2. *Instalar una chimenea corta y aislada directamente encima del fuego.* Esa chimenea estimula una fuerte corriente de aire y hace que el fuego queme caliente y feroz. La chimenea debe ser aproximadamente tres veces más alta que su diámetro.

3. *Calentar y quemar las puntas de los palos a medida que se meten al fuego.* Si únicamente la madera que se quema está caliente, habrá mucho menos humo. Intente que el resto del palo esté tan frío que no pueda estar incandescente ni hacer humo.

4. *Crear temperaturas altas y bajas según la cantidad de leña que se expone al fuego.* Ajuste la cantidad de gas y el fuego creado conforme a la tarea prevista. (La madera se calienta y emite gas. El gas prende fuego y crea calor.)

5. *Mantener una corriente de aire buena y rápida en todo el carburante.* Justo como soplar el fuego o el carbón puede crear calor, tener una corriente apropiada ayudará a mantener altas temperaturas en su estufa. Un fuego caliente es un fuego limpio.

6. *La falta de corriente de aire en el fuego resulta en humo y exceso de carbón.* Sin embargo, demasiado aire enfría al fuego y no es útil. Aberturas más pequeñas en el fuego ayudan a reducir el exceso de aire. Mejorar la eficiencia del intercambio térmico a la olla o plancha es el factor más importante que reducirá el uso de combustible en una estufa de cocina. Mejorar la eficiencia de combustión reduce la contaminación, pero es menos importante cuando se quiere ahorrar leña.

7. *La abertura al fuego, el tamaño de los espacios dentro de la estufa por donde pasan los gases calientes y la chimenea externa deben ser aproximadamente del mismo tamaño.* Esto se llama mantener una superficie transversal consistente y ayuda a mantener una corriente pareja en la estufa. Una buena corriente no solo mantiene el calor del fuego, sino que también es esencial para que el aire caliente creado por el fuego pueda transferir efectivamente su calor a la olla.

8. *Usar una reja debajo del fuego.* No ponga los palos en el piso de una cámara de combustión; tiene que pasar aire por debajo de los palos que queman, por el carbón y dentro del fuego.

9. *Aislar la trayectoria del aire caliente.* Los materiales aislantes en una estufa mantienen calientes los gases de combustión para que calienten mejor la olla o la plancha.

10. *Aumentar el intercambio térmico de la olla con espacios adecuados.* Transmitir calor a una cazuela o a una plancha es más fácil con canales pequeños.

Los gases calientes de combustión están forzados por estos canales estrechos, donde rozan las cazuelas o la plancha. Si los canales son muy grandes, los gases pasan por el centro y no transfieren su calor a la superficie apropiada.

Forzar que los gases de combustión pasen por la superficie de una olla o plancha por un canal angosto es una estrategia de diseño popularizada por el Dr. Samuel Baldwin y el Dr. Larry Winiarski. En 1982, el Dr. Winiarski creó una falda para ollas, un cilindro de metal delgado que rodea la olla, formando un canal estrecho y mejorando la eficiencia del intercambio térmico.

Reducción de emisiones de dióxido de carbono

Una de las contribuciones más relevantes del uso de estufas eficientes está relacionado con el potencial de reducir la degradación de los bosques existentes asociado a prácticas extractivas insostenibles y su impacto sobre el cambio climático global. De acuerdo al IPCC [2007], 17 % de las emisiones mundiales de CO₂ se deben a la deforestación, y aunque de acuerdo a FAO [2008] el consumo de combustibles leñosos ha fluctuado entre 1800 y 1900 millones de metros cúbicos en la última década, no se tiene certeza de qué porcentaje de las emisiones de dióxido de carbono corresponde a la utilización de leña para propósitos domésticos. Como en cualquier combustible, son el carbono y el hidrógeno los que le confieren las propiedades térmicas a la madera que, al incinerarse eficientemente, generan dióxido de carbono y vapor de agua como productos residuales del proceso; sin embargo, cuando se produce una combustión ineficiente se generan gases no deseados como el metano (CH₄), el monóxido de carbono (CO) y óxido nitroso (N₂O), los cuales presentan un potencial de efecto invernadero mucho mayor que el CO₂.

Resultados de la discusión

Los planos de ensamble de las cocinas híbridas, ecológicas, eficientes y de bajo costo se presentan en las figuras 1 y 2.

Primera versión:

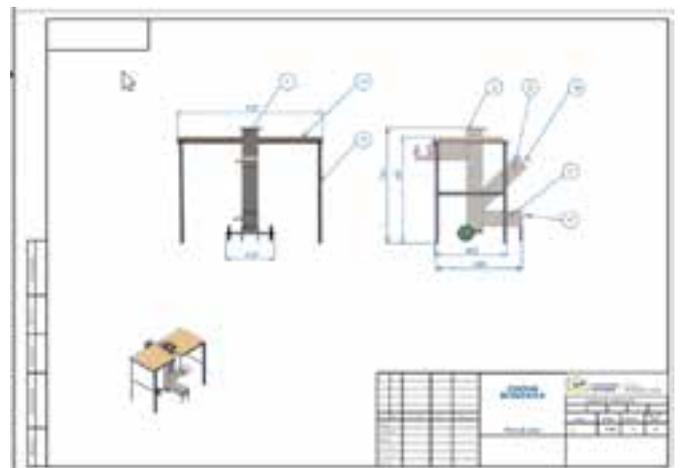


Fig. 1. Plano de ensamble de la cocina en primera versión.

Segunda versión:

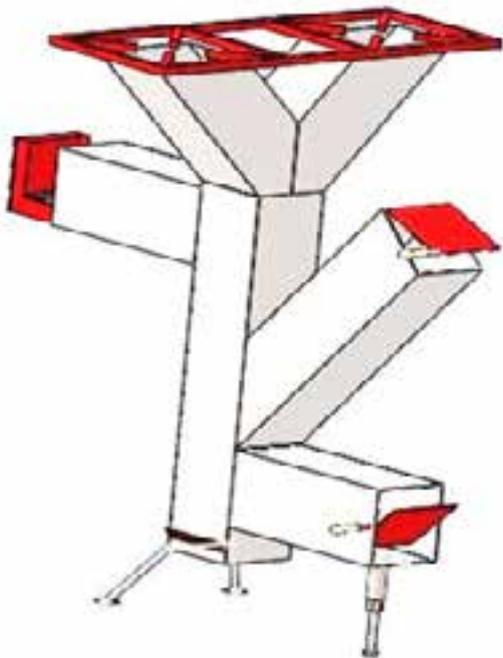
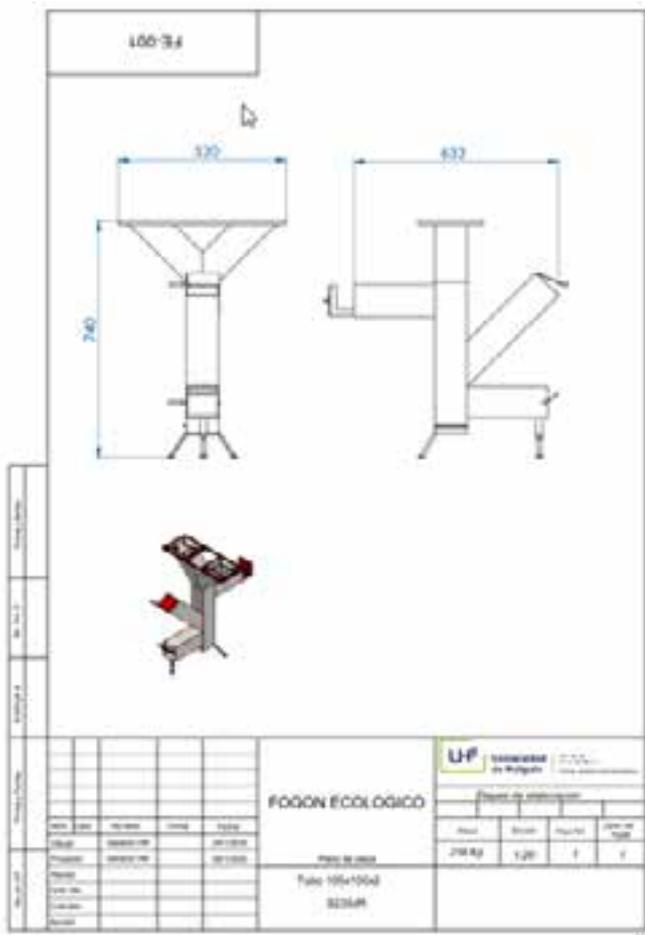


Fig.2. Plano de ensamblaje de la cocina en segunda versión.

IV. Conclusiones

1. Con este trabajo se le da solución a diferentes problemáticas socioeconómica que se presentan en el país,

por ejemplo la falta de combustibles para la cocción de alimentos para la población.

2. Se pudiera utilizar en las comunidades aisladas recientemente electrificadas y donde la cocción de los alimentos hoy es un tema pendiente.

3. Podría utilizarse con otras fuentes renovables de energía como el biogás y el hidrógeno, que pudiera generarse con paneles fotovoltaicos de las viviendas de las comunidades aisladas.

4. Se le daría solución a los vertederos de residuales de los trabajos de carpintería, como briquetas de serrín o biomasa sólida, que existen en los alrededores de las ciudades.

5. Se valoraría darle solución igualmente, en las viviendas aisladas cerca de las costas, a los sargazos de las playas que es un serio problema para el turismo, a resolver por la Tarea Vida en todo el territorio nacional.

V. Bibliografía

APROVECHO RESEARCH CENTER (2005). *Design principles for wood burning cookstoves*. Aprovecho Research Center – Shell Foundation. Eugene. 40 p.

ARRIAZA CASTRO, LUIS ALEJANDRO (1998). «Estimación del impacto ecológico y económico por el uso de estufas mejoradas en la comunidad de El Jicarito», Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

BARNES, D., K. OPENSHAW, K. SMITH, & R. VANDER PLAS (1994). *What makes people cook with improved biomass stoves?* The World Bank. Washington D.C. 45 p.

BROWN, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer*. FAO. Roma. 55 p.

BRYDEN, DR. MARK; DEAN STILL, PETER SCOTT, GEOFF HOFFA, DAMON OGLE, ROB BAILIS Y KEN GOYER (2006). «Principios de diseño para estufas de cocción con leña».

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (2008). *Bosques y energía: cuestiones clave*. FAO, Roma. Italia. 69 p.

GONZÁLEZ EXPÓSITO, JAVIER ORKI (2006). «Estudio comparativo de cocinas mejoradas en Nicaragua».

HAMILTON, L. (2008). «Growing plantation firewood». Agriculture Notes. AG1106. Disponible en: [http:// new.dpi.vic.gov.au/notes/foetry/farm-forestry/ag1106-growing-plantation-firewood](http://new.dpi.vic.gov.au/notes/foetry/farm-forestry/ag1106-growing-plantation-firewood).

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2003). *Orientación del IPCC sobre buenas prácticas para UTCUTS*. IPCC. Gineve. 628 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007). «Climate change 2007: Synthesis report IPCC». Gineve. 22 p.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2006). *World energy outlook*. IEA. Paris. 596 p.

JUÁREZ, F. (2002,?). «Estufas ahorradoras de leña tipo plancha». Proderqui. Ciudad de Guatemala. Disponible en: [http:// www.rimisp.org/ fida_old/getdoc.php?docid=1324](http://www.rimisp.org/fida_old/getdoc.php?docid=1324).

OCAÑA, R. E. (2005). «Especies vegetales dendro energéticas utilizadas por los pobladores del Encino–Santander». Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá. 50 p.

OSPINA, C.; F. ARISTIZABAL, J. GODOY, D. GÓMEZ, R. HERNÁNDEZ, J. MEDINA & J. PATIÑO (2005). «Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina Colombiana: El aliso o cerezo». Cenicafe – Federación Nacional de Cafeteros. Manizales. 37 p.