

Estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una estufa de biomasa eficiente para la cocción de alimentos y calefacción con un menor consumo de biomasa y emisión de humos y material particulado reducido. Los sectores tecnológicos en los que se enmarca el desarrollo son el sector de la energía y medio ambiente.

Estado de la técnica

La cocción de los alimentos en la mayoría de los hogares indígenas y rurales en Colombia y en el mundo, se realiza quemando biomasa en forma abierta, apoyando las ollas en tres piedras. Este método es muy práctico y versátil, pero desde el punto de vista térmico es ineficiente y la emanación de gases tóxicos y el humo en el interior de la casa, lo vuelven nocivo para la salud, siendo una molestia permanente y causa de problemas tales como: afecciones respiratorias, problemas oculares, monóxido de carbono en el torrente sanguíneo, cáncer de pulmón, quemaduras, mala nutrición causadas muchas veces por ingerir alimentos que no están completamente cocidos etc. Estos problemas afectan a nuestra población y muy especialmente a las mujeres y niños. En general la combustión de la biomasa en fogones abiertos se da de manera incompleta e incontrolada y genera, por ello, una gran cantidad de partículas y gases contaminantes que contienen sustancias consideradas prioritarios por la Agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés).

Según la Agencia Internacional de Energía (IEA) cerca de 2.500 millones de personas depende de la biomasa como su principal combustible para calefacción y cocción de alimentos y se espera que para el año 2030 dicha cifra ascienda a 2.700 millones. Cerca del 5% de la mortalidad y la morbilidad se debe a la contaminación del aire en espacios cerrados, según los nuevos datos publicados por la Organización Mundial de la Salud. La contaminación del aire en espacios cerrados es responsable de 1,2 millones de muertes anuales. La utilización de combustibles sólidos es una de las diez amenazas más importantes para la salud pública mundial si no se maneja de forma sostenible y eficiente.

Para las familias que viven en comunidades rurales, el uso de la cocina con biomasa todavía es parte de su cotidianidad. Esto se debe a los altos costos de la energía eléctrica para procesos de cocción, la no disponibilidad de redes de energía eléctrica, gas, ni de ningún tipo de combustible por el difícil acceso a las zonas rurales y esto sumado a la pobreza de las comunidades que es considerada como la principal barrera para la adopción de tecnologías modernas. Bajo esta realidad, la adopción de tecnologías más eficientes se convierte en un importante paliativo de cara a disminuir las emisiones de gases contaminantes, reducir el consumo de biomasa y la dependencia existente de los bosques adyacentes que sirven como fuente de recolección.

La introducción de una nueva tecnología supone mejores rendimientos en términos de consumo en comparación con una estufa tradicional o un fogón abierto. Una estufa mejorada es aquella tecnología de cocción cuyo diseño hace posible que la eficiencia general sea comparativamente superior a la estufa tradicional. En este sentido la eficiencia general de la estufa es el producto entre la eficiencia del proceso de combustión de la biomasa y la eficiencia de la transferencia térmica. Si bien en un fuego abierto, la eficiencia del proceso de combustión puede ser superior al 90%, solo una pequeña porción de la energía liberada se transmite a la superficie de cocción haciendo que su eficiencia general sea baja, lo que representa un mayor consumo de biomasa. Por esta razón, confinar el fuego en un espacio cerrado es una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia general. No obstante, el simple hecho de encerrar el fuego no garantiza que se produzca un mejoramiento de la transferencia térmica, puesto que un mal diseño de la estufa puede implicar incluso mayores consumos de biomasa que un fuego abierto.

Desde los años 40 ha surgido diseños de estufas eficientes fabricadas con diferentes tipos de ladrillos y cuentan con paredes internas que no permiten el sobrecalentamiento, algunas tienen puerta de alimentación del combustible por donde se entra la biomasa, la puerta permanece cerrada durante todo el proceso de combustión. Además cuentan con puertas metálicas para sacar la ceniza originada en el quemado de la biomasa. El uso de estufas mejoradas de biomasa puede reducir significativamente las concentraciones intramuros de los productos de combustión, y, por lo tanto, mejorar la salud humana de sus usuarios.

En Colombia existen 3 registros de patentes/modelo de utilidad de estufas de cocción de biomasa identificados con los números de expedientes 09146806 (Estufa Leñera ecológica y eficiente), 13122430 (Estufa para cocción de alimentos en interiores domésticos a partir de la combustión de la biomasa con alta eficiencia), 15128447 (Estufa de plancha de alta eficiencia de combustión con madera para cocinar). En la invención 15128447 se describe una estufa tipo plancha compuesta por una cámara de combustión que comprende una entrada, una cámara de chimenea que comprende una entrada y una salida, una cámara de ruta de gas que comprende un techo y un piso, en donde el techo está definido por una superficie de plancha para cocinar removible que tiene una superficie superior substancialmente plana y una superficie inferior; una caja de chimenea; y una chimenea. En muchas modalidades, la cámara de chimenea define un área de sección trasversal que es mayor que el área de sección transversal de la entrada de la cámara de combustión para evitar que el humo se escape de la cámara de combustión a través de la entrada. Por su parte la invención 13122430 consiste en un sistema doméstico de cocción de alimentos a partir de la combustión eficiente de biomasa y la implementación de un sistema cerrado tipo horno que evita que los gases entre en contacto con el usuario. La alimentación del sistema se hace por una puerta que también cumple la función de regular el paso del aire al mismo, manteniendo un flujo constante y parejo. El sistema se encuentra sellado en su parte superior por una losa en la que están embebidas las parrillas y que, conjuntamente con el horno, captan y transfieren la energía producida en la combustión. Los gases caliente viajan por el sistema y deben enfriarse antes de salir del mismo por el limitador de flujo que se encuentra 1cm por encima del borde de la boca del vano de la puerta y, posteriormente, por la chimenea. La chimenea está rodeada por un enfriador que, por medio de una serie regular de agujeros en su sección inferior, toma el aire caliente de la habitación en el que está instalado el sistema y lo dirige afuera de la misma. Finalmente la invención 09146806 a pesar de no estar concedida es una estufa de leña ligera, de fácil instalación que permite sea reubicada, la estructura de la estufa se basa en juntas pequeñas que permiten mantener el calor generado por la combustión dentro de la estufa y por medio de un recorrido largo que retarda la salida de los gases se aprovecha para que los mismos entreguen calor que transportan al pasar zonas de hornos y parillas al buscar la chimenea. Según los inventores, un elemento que mantiene una combustión eficiente es el diseño del oído o entrada de aire a la cámara de combustión, el cual permite modificar la cantidad de aire que ingresa a esta cámara.

A nivel internacional existen estufas de combustión de biomasa como la descrita en el modelo de utilidad de China No. CN 2459539, donde se describe una estufa que utiliza fragmentos de madera como combustible, la cual tiene forma de barril, con una abertura en la parte inferior para la entrada de aire y una chimenea en la parte superior. El problema que presenta esta estufa es que al tener un solo quemador, solo permite calentar un recipiente con alimentos a cada momento y no tiene los medios necesarios para aprovechar el calor de los humos generados por la combustión.

El modelo de utilidad de China No. CN 2434530 describe una estufa que consiste en un cilindro hueco cuya pared interior contiene una pluralidad de hoyos para escape de humos, que conducen a una cavidad en la pared exterior, la cual está conectada a una chimenea. En este caso, los humos generados en la combustión son dirigidos hacia la cavidad. Para después ser expulsados por la chimenea, de modo que la cavidad retiene el calor para mantener o elevar el calor en la propia cámara de combustión y no tiene ningún medio para aprovechar el calor para otros objetivos como el otro fuego para la cocción de alimentos.

El documento alemán No. DE 20309303 describe una estufa cilíndrica con una rejilla inferior accesible por medio de una puerta lateral. Esta estufa no permite su uso en espacios cerrados como el interior de una vivienda ya que no tiene medios para dirigir los humos generados en la combustión. Por otro lado, la patente de Estados Unidos US 5842463 describe una estufa portátil cilíndrica con una rejilla para combustible y un anillo de orificios para la toma de aire. Esta estufa está diseñada para ser utilizada en exteriores, ya que tampoco tiene medios para dirigir los humos producidos por la combustión y consecuentemente tampoco tiene los medios para aprovechar el calor de dichos humos. La solicitud de patente WO 201 1060403 muestra una estufa cilíndrica con una rejilla en la parte inferior, muy similar a las descritas en los documentos anteriores y de igual forma no cuenta con los medios para dirigir los humos producidos en la combustión y el calor de dichos humos no es aprovechado para otras funciones.

No se encontró en el estado de la técnica ningún documento que contemple el uso una falda o superficie lateral en las horillas de cocción para mejorar la transferencia de calor del fuego o de los humos calientes a las ollas de cocción, ni se encontró ningún documento que muestre la implementación de dos cámaras de combustión independiente cuando la estufa es de cuatro puestos o hornillas. Adicionalmente, la

superficie de cocción no es tipo plancha las ollas se colocan en la primera hornilla al contacto directo del fuego y en la segunda hornilla la olla se puede alojar en la corriente de gases caliente producidos en la combustión aprovechando el calor de ellos para la cocción de los alimentos.

Descripción general de la invención

Con el fin de encontrar un equipo capaz de dar solución a la problemática asociado con la cocción de alimentos y calefacción con estufas de biomasa, se propone una estufa mejorada de dos y cuatro puestos o hornilla que contempla una modificación en la cámara de combustión y en los hornillas donde se colocan las ollas de cocción maximizando la transferencia de calor hacia la superficie de cocción. La cámara de combustión es tipo cohete (Rocket). La estufa permite aislar el fuego, usando materiales livianos y resistentes al calor; tiene un ducto de evacuación aislado térmicamente que direcciona a los gases calientes aun un fogón de fuego medio y a la chimenea y a su vez genera el tiro natural que permite mantener una buena entrada del aire primario a la cámara de combustión garantizando una combustión completa de la biomasa. La graduación del calor en la estufa es proporcional a la cantidad de biomasa que es ingresada al fuego. El área de la sección transversal de los ductos es constantes desde la entrada de la cámara de combustión a la salida de la chimenea. La cámara de combustión cuenta con una parrilla donde descansa la biomasa a ser quemada un cenicero removible que permite la acumulación y posterior retiro de la ceniza que se generó producto de la combustión. Para reducir las pérdidas de calor y optimizar la transferencia térmica del fuego hacia las ollas la cámara de combustión y los ductos de aire fueron aislados con placas y mantas cerámicas. La estufa es una estructura que permite ser reubicada de acuerdo a las necesidades del usuario.

Descripción de las figuras

La Figura 1 muestra una representación correspondiente a una vista en perspectiva de la estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos de dos puestos (hornillas) realizada de acuerdo con el objeto de la invención compuesta por: (1) cámara de combustión, (2) parrilla porta leña, (3) ducto de recirculación de gases, (4) hornilla de Fuego alto con falda, (5) hornilla de fuego medio, (6) base de soporte, (7) chimenea.

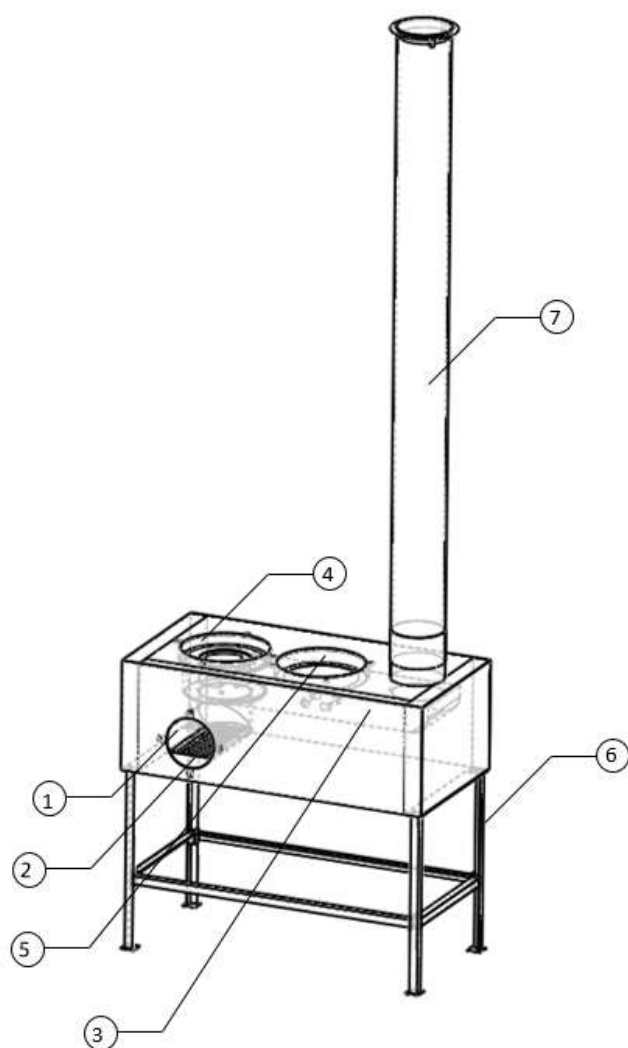


Figura 1.

La Figura 2 muestra una vista detalla la cámara de combustión (1), dejando ver una parrilla porta leña (2), apoyada en el depósito que constituye la cámara de combustión, adicionalmente se muestra el ducto de recirculación de gases (3), la hornilla de fuego alto con falda (4), la hornilla de fuego medio (5), y el acople de la chimenea (8).

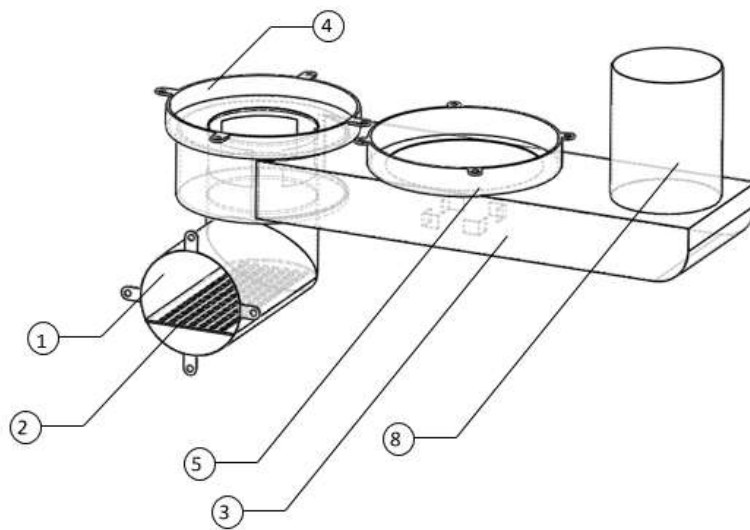


Figura 2.

La Figura 3 muestra una representación correspondiente a una vista en perspectiva de la estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos de cuatro puestos (hornillas) realizada de acuerdo con el objeto de la invención compuesta por: (1) cámara de combustión, (2) parrilla porta leña, (3) ducto de recirculación de gases, (4) hornilla de Fuego alto con falda , (5) hornilla de fuego medio, (6) base de soporte, (7) chimenea.

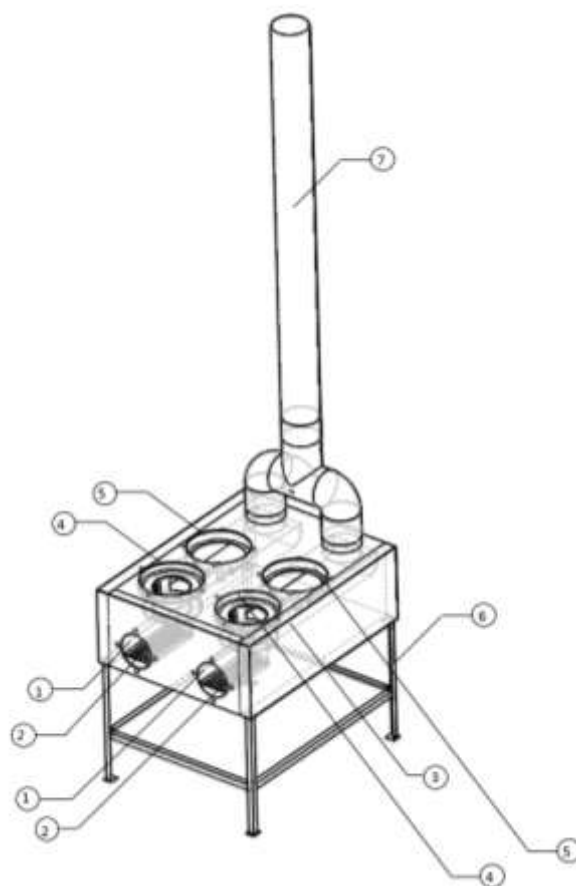


Figura 3.

Figura 4. Esquema que detalla la cámara de combustión (1), (2) parrilla porta leña, (3) ducto de recirculación de gases, (4) hornilla de Fuego alto con falda , (5) hornilla de fuego medio, (8) Acople de la chimenea, (9) falda de la hornilla.

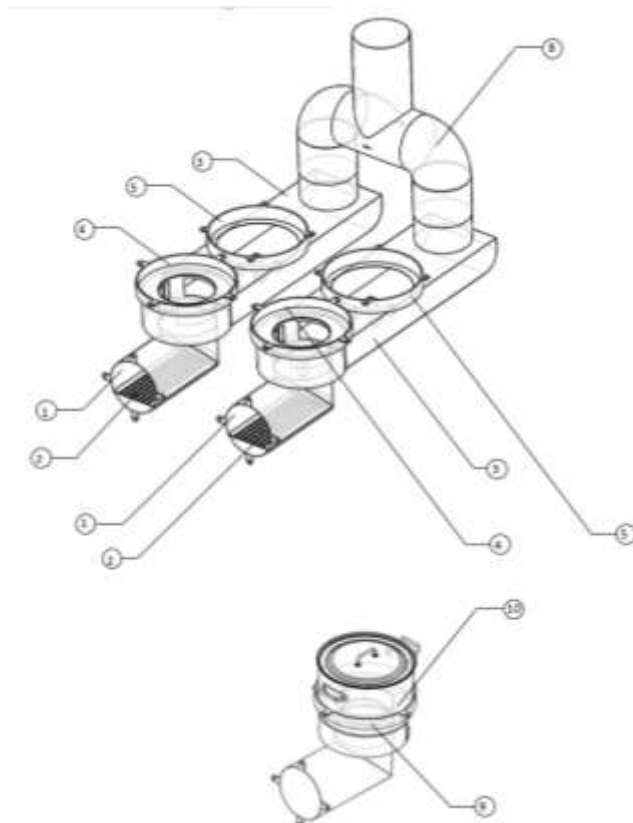


Figura 4.

Descripción detallada de la invención

La estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos de dos y cuatro puestos o hornillas se caracteriza por un diseño resistente y durable, modular dado que todos los componentes son intercambiables, portable de apariencia limpia, atractiva e innovadora, está fabricada en materiales metálicos y aislada interiormente con placas y mantas cerámicas, es de fácil instalación, con la ayuda de un destornillador y sin necesidad de contar con conocimientos específicos en temas de construcción o metalmecánica facilitando. La estufa tiene una cámara de combustión de la biomasa (1), un ducto de recirculación de gases (2), que permite transportar los gases calientes de la primera hornilla (4) a la segunda generando una potencia de fuego medio en este puesto (5). La potencia de fuego en la primera hornilla es alta debido a que la olla se encontraría sometida al fuego directo producto de la combustión de la biomasa. El ducto de recirculación conduce los gases a la chimenea (7) que a su vez que permite evacuar los gases contaminantes y caliente fuera del entorno de la cocción mejorando el ambiente libre de humo y material particulado alrededor del usuario y su grupo familiar. Las hornillas (4) y (5) cuentan con una superficie lateral cilíndrica o falda (9) que permite mejorar

la transferencia de calor desde la cámara de combustión a las ollas. En el caso de que la estufa sea de cuatro hornillas posee dos cámaras de combustión independientes (1) que permite controlar la potencia de fuego independiente y mejorar la transferencia de calor a cada una de las ollas que se colocan en las hornillas (4) y (5).

La estufa tiene un recubrimiento aislante térmico dispuesto entre sus paredes interiores, la cámara de combustión y el ducto de evacuación para evitar quemaduras de los usuarios.

En general la estufa se caracteriza debido a sus componentes anteriormente descritos porque entrega mayor calor a la cocción, utiliza menores cantidades de combustible para la cocción de alimentos y reduce las emisiones contaminantes a la atmosfera.

EJEMPLOS

La eficiencia energética de la estufa se determinó experimentalmente con base en los procedimientos estándares de operación a partir de la prueba de ebullición de agua. Las pruebas se realizaron por triplicado en una estufa eco-eficiente de dos puestos utilizando la misma especie maderable pino para todas las pruebas. La metodología siguió el protocolo de la Global Alliance for Clean Cookstoves para la prueba de ebullición de agua (WBT). Para la prueba se utilizó dos ollas cada una ubicada en las hornillas con un volumen de agua de 2.5 litros. Los resultados de la prueba se detallan en la siguiente tabla.

Tabla. Resultados de la prueba de ebullición de agua.

Eficiencia (%)	20.9
Tiempo test (min)	31.6
Consumo específico de biomasa (kJ/L)	2523.7
Potencia fuego (kW)	6.9

La estufa reduce riesgos de quemaduras. Las temperaturas de pared alcanzaron los 38 °C después de 3 h de operación la cual fue medida usando una cámara termográfica marca **FLUKE de referencia ()**. La superficie superior que contiene las hornillas de la estufa alcanza temperaturas cercanas a los 90 °C debido a que es la superficie útil de

cocción. En la imagen termografica se evidencia la efectividad de las faldas en las hornillas para mejorar la transferencia de calor de la cámara de combustión a las ollas.

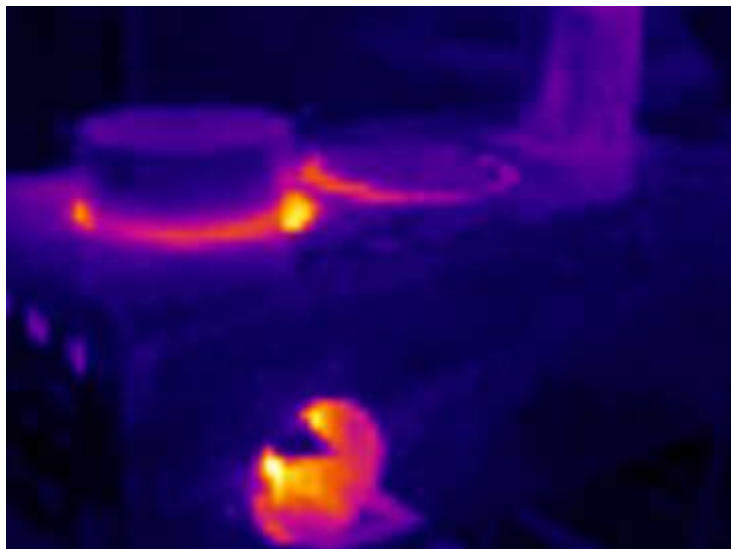
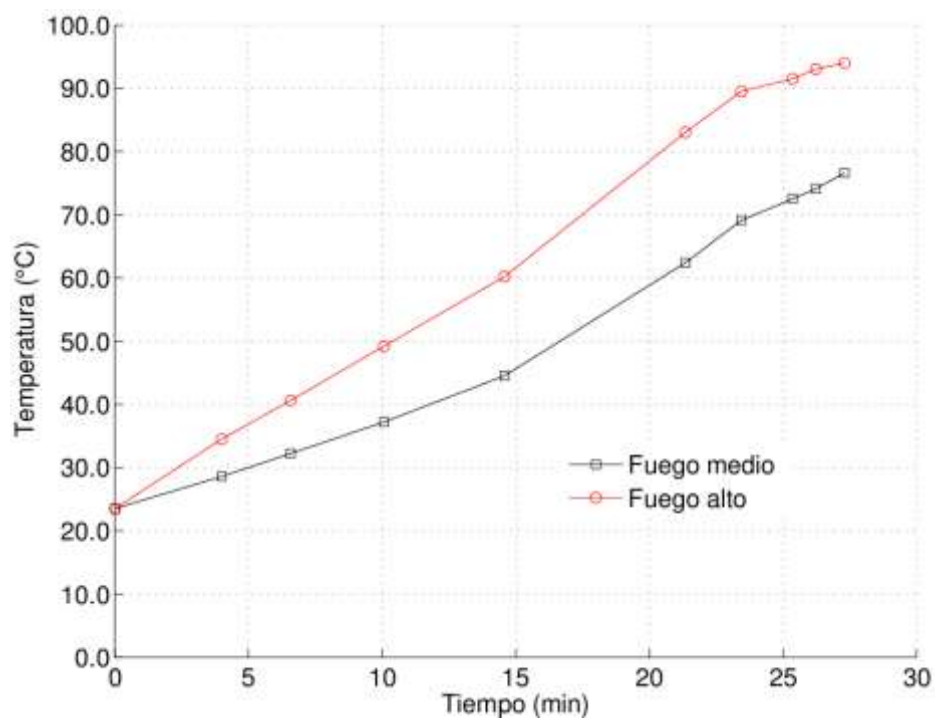


Imagen termográfica de la estufa.

Las curvas de calentamiento de 2.5 litros de agua en cada hornilla se muestra en la siguiente imagen.



REIVINDICACIONES

1. Estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos caracterizada porque comprende una cámara de combustión tipo rocket (1) y ductos de evacuación de gases (3) y chimenea (7).
2. Estufa eco-eficiente para la cocción de alimentos caracterizada porque los ductos de evacuación de gases (3) dirige la llama y gases calientes a la primera y segunda hornilla generando hornillas de fuego alto (4) y medio (5) para la cocción de alimentos mediante una sola cámara de combustión (1).
3. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque cada componente de la estufa se ensamblan entre sí por medio de tornillos, remaches u otro elemento similar de unión para lograr el ensamble final de la estufa y permitiendo su modularidad.
4. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque la toma de aire primario se encuentra permanentemente abierta, permitiendo un trabajo continuo de la estufa según los requerimientos del usuario, bien sean periodos cortos o jornadas de cocción prolongadas.
5. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque la hornillas poseen una falda o superficie lateral (9) que permite mejorar la transferencia de calor. La falda realiza una doble función en cuanto a la transferencia de calor hacia las ollas para el proceso de cocción: i) reduce las pérdidas de calor de las ollas hacia los alrededores, y ii) favorece el calentamiento de las ollas en el proceso de cocción.
6. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque en el caso de tener cuatro hornillas posee dos cámaras de combustión (1) independientes que permite controlar la potencia de fuego para cada par de hornillas, y mejorar la transferencia de calor a cada una de las ollas que se colocan en las hornillas (4) y (5), reduciendo tiempos de cocción.
7. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque la estufa tiene un accesorio o parrilla porta leña removible (2) para facilitar la alimentación de leña y el encendido. Las dimensiones de la cámara de combustión de la estufa (1) permiten la

ubicación de astillas de leña en la parrilla (2) accediendo por la cámara (1) y por la hornilla de fuego alto (4), la cual permite un encendido fácil y seguro de la estufa.

8. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque el área de la sección transversal es constante desde la entrada de la cámara de combustión (1) a la salida de la chimenea (7) permitiendo el tiro natural o entrada de aire primario a la cámara de combustión y evitando el contraflujo de los gases contaminantes.

9. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque las partes están fabricadas en un material de aleación seleccionado de hierro, o acero que la hacen que sea portable y reubicable.

10. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 9, caracterizada por ser fabricada de modo modular y liviana, lo cual la hace fácilmente transportable a lugares de difícil acceso.

11. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 7, caracterizada porque la biomasa se puede encender por la parte superior de la hornilla (4) o deslizando hacia atrás el porta leñas (2) facilitando el encendido de la biomasa en la entrada de la cámara de combustión (1).

12. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque el sistema de aislamiento y refrigeración por convección libre favorecen una temperatura de pared segura en la estufa que garantiza la seguridad de los usuarios.

13. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, la cámara de combustión (1) permite una alimentación variable de leña, según requerimientos del usuario, esto le confiere un menor consumo de leña y por tanto una mayor eficiencia térmica.

14. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada por poseer la sección constante del ducto de circulación de gases (3), la chimenea modular (7), parrilla y cenicero (2) móviles, lo cual facilita las operaciones de mantenimiento preventivo de la estufa, que se refieren básicamente a operaciones de aseo y limpieza.

15. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada porque la capacidad de las ollas que se pueden usar en las hornillas de fuego alto (4) y la hornilla de fuego

medio (5) varía entre 2 y 10 Lt, según requerimiento del usuario, lo cual la hace versátil en cuanto a capacidad de cocción.

16. Estufa eco-eficiente de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizada por ser una estufa con dimensiones ajustadas a cálculos biomecánicos y datos antropométricos estadísticos que la hacen ergonómica entre un amplio rango de usuarios de contextura, estatura y fuerza muscular diferente, lo cual hace que la estufa sea versátil con relación al usuario, quien puede realizar la cocción de sus alimentos en forma cómoda, segura y eficiente.

Figura 1

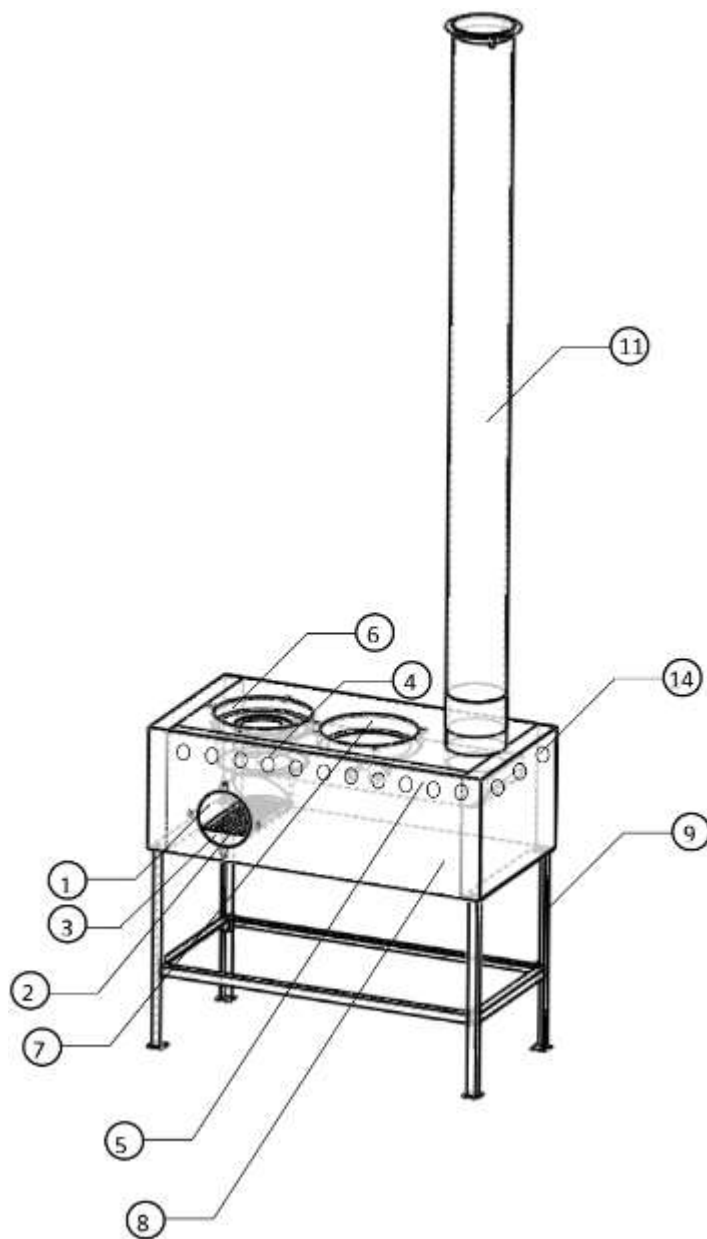


Figura 2

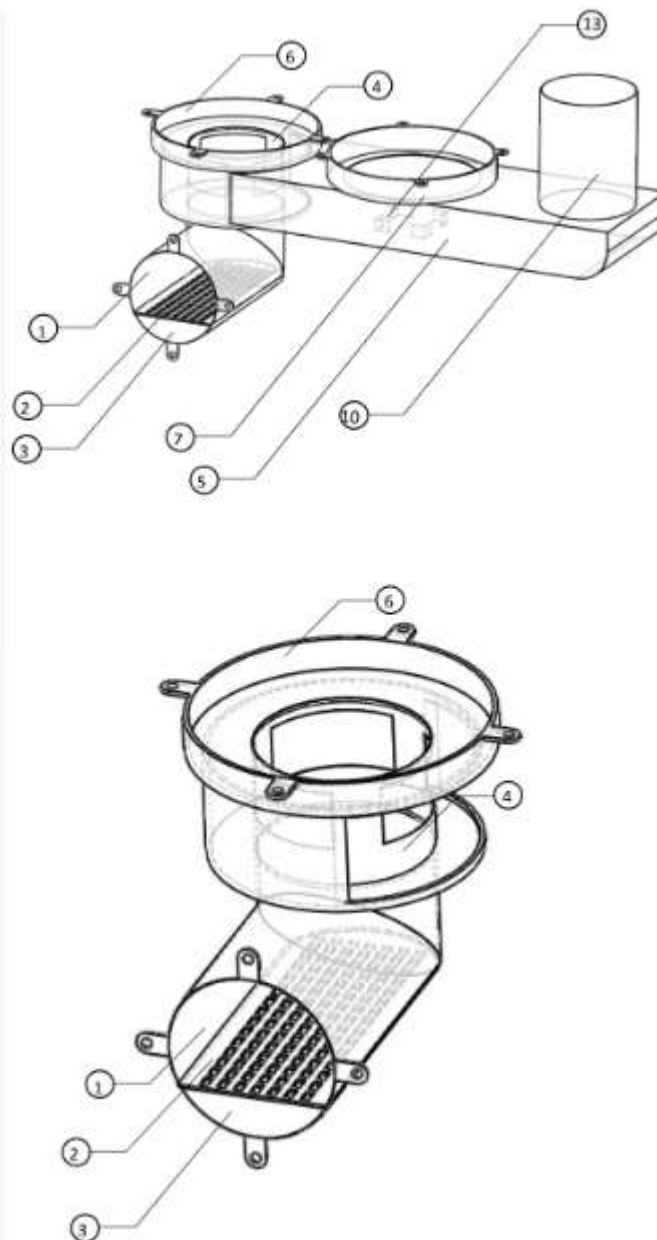


Figura 3.

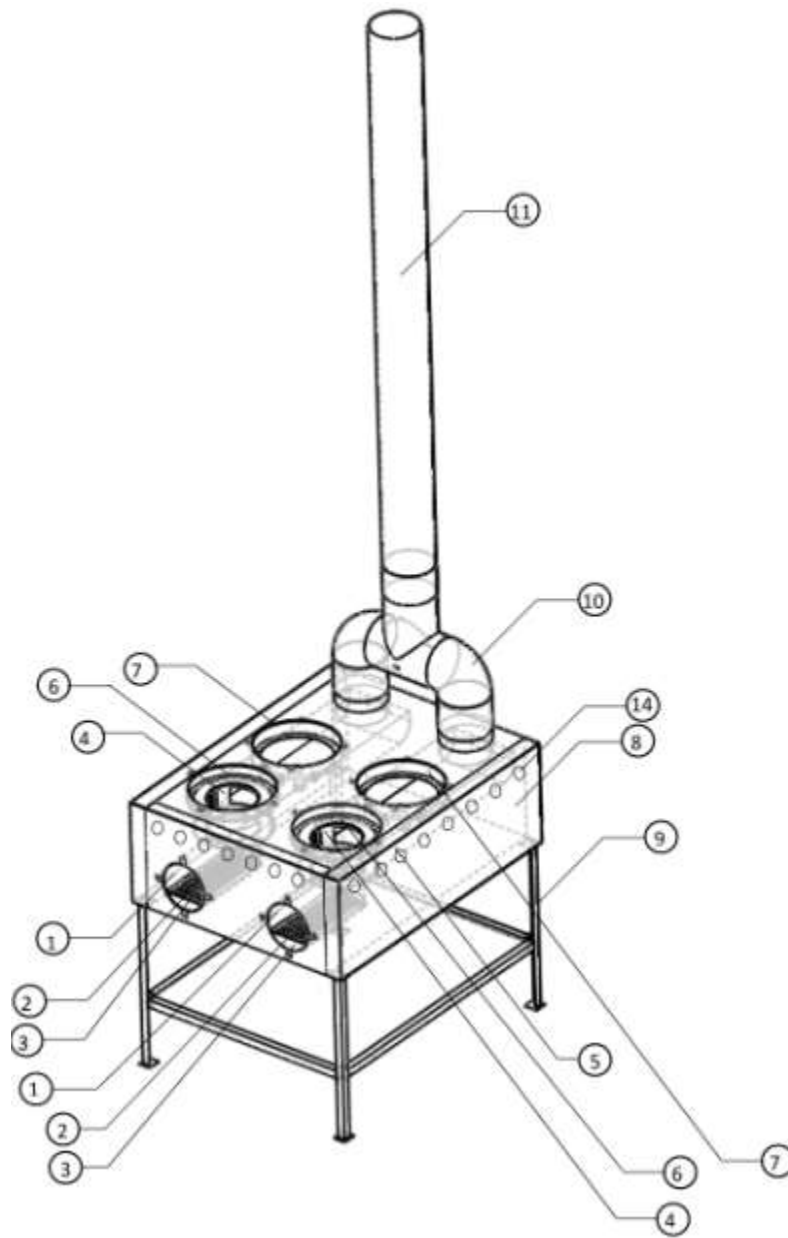


Figura 4

