



Análisis y determinación de la cantidad de BTU (poder calorífico) de la Hydrilla Verticillata del **lago de Atitlán** (San Lucas Tolimán), para su posible aprovechamiento como biomasa.

Investigador Ing. José Milton de León Bran
Ingeniería Mecánica, CII Facultad de Ingeniería, USAC
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología
Periodo de investigación 2012 – 2014.
FODECYT 09-1012

RESUMEN:

En Guatemala, las tecnologías de energía renovable a pequeña escala representan una alternativa económica para la provisión de energía térmica-eléctrica a comunidades, por medio de sistemas de cogeneración a través del desarrollo de uso de biocombustibles para calderas.

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (hojas, bagazo de caña, cascabillo de café), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica), esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano.

En los últimos años la extracción de la Hydrilla en el lago de Atitlán se ha manejado de una manera artesanal poca planificada que ha permitido la proliferación en los últimos años según datos recabados en San Lucas Tolimán, convirtiéndose en un problema cada vez más grande. Partiendo de la investigación que se desarrolló para determinar la cantidad de BTU (British Thermal Unit, unidad de energía), la cual servirá para conocer su poder calorífico, de esta forma utilizarlo como combustible alternativo, contribuir de tal forma a disminuir la cantidad de Hydrilla y que sea aprovechada para la generación energética.

Al determinar la cantidad de BTU que posee la Hydrilla Verticillata se pudo establecer que es importante considerarla como una biomasa útil para la generación de energía térmica a través del aprovechamiento de esta dentro de los procesos de combustión en una caldera y posteriormente la generación de energía eléctrica.



INTRODUCCIÓN

En el lago de Atitlán existe una cantidad mayor a 700,000 metros cúbicos de Hydrilla Verticillata cuantificada en el 2012 por el método de fotografía satelital aproximada y nuestro mapeo presencial en el área (Anexo 1), en los últimos años el crecimiento desmedido de la Hydrilla se ha convertido en un grave impacto ambiental, con resultados negativos de índole social, económico y turístico, al igual que para los pobladores de los lugares cercanos a la cuenca del lago porque obstruye las orillas, pone en riesgo la biodiversidad y la vida del lago, modifica el sustrato cambiando los procesos de sucesión secundaria que puede llegar a deteriorarlo.

Se han invertido miles de quetzales para controlar el crecimiento de la Hydrilla Verticillata pero dichos esfuerzos no han dado resultados positivos puesto que esta planta tiene un crecimiento acelerado de 5 milímetros/día, sumándose además el manejo inadecuado de la extracción que en vez de frenarla la prolifera más y más, en la actualidad la hydrilla extraída es usada muy poco en la agricultura pero no se ha utilizado con ningún otro fin.

Es por ello que a través del análisis de los BTU de la Hydrilla Verticillata podemos determinar su uso para la combustión en calderas, estufas, hornos y demás. Alrededor del mundo el uso de la biomasa se hace más frecuente y en los países desarrollados es una prioridad muy utilizada en especial para calefacción.

Adicionalmente, la energía renovable disminuye la contaminación del medio ambiente, causada por las emisiones de gases de los sistemas convencionales que utilizan combustibles fósiles, como el carbón y productos derivados del petróleo. Estos gases contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global de nuestro planeta.

Al comparar el poder calorífico superior que posee la Hydrilla Verticillata del lago de Atitlán que es en promedio de 2703 Kcal/Kg comparado con el poder calorífico superior que posee el bagazo de la caña que es promedio 4125 (kcal/kg) y que actualmente en Guatemala se usa como biocombustible de calderas para generar energía térmica y posteriormente generar energía eléctrica al hacer la comparación podemos determinar que la Hydrilla Verticillata del lago de Atitlán su poder calorífico es el 65% funcional para dicho proceso de combustión en calderas y generación energética.

MATERIALES Y METODOLOGÍA

Etapas 1: Recopilación preliminar

Se recopiló la información teórica existente, se realizó el reconocimiento del área de influencia de la investigación, trabajando de la forma siguiente:

Estimación de información general de Hydrilla Verticillata.

Se reunió la información existente en la región sobre Hydrilla Verticillata, su actual manejo a través de instituciones gubernamentales y no gubernamentales además de recabar información de las personas que han estado trabajando en los poblados a orillas del lago de Atitlán con mayor presencia de Hydrilla.

Reconocimiento preliminar de los puntos más afectados por Hydrilla Verticillata en el Lago de Atitlán.

Dicho reconocimiento se realizó utilizando transporte acuático, en donde se exploró el contorno de la parte afectada.

Etapas 2. Monitoreo del área con presencia de Hydrilla Verticillata.

Se llevó a desarrollar las diferentes actividades siendo estas:

Estimación y Recopilación de datos espaciales de la superficie con presencia de Hydrilla Verticillata.

En esta actividad se tomaron lecturas de todas las áreas con presencia de Hydrilla; las lecturas sobre la superficie del Lago se realizaran haciendo uso del GPS, por medio de puntos y líneas continuas que formaron los polígonos que muestran presencia de *H. Verticillata*. Según anexo 1.

Estimación de profundidad del Lago en las zonas con presencia de Hydrilla Verticillata.

Una vez delimitado el polígono en el punto monitoreado, se tomaron 5 muestras de profundidades al azar del Lago dentro del polígono, a través de una cuerda métrica con peso de metal para que se fuera al fondo. De las cinco lecturas tomadas en metros de profundidad se determinara la mínima, media y máxima de cada polígono identificado.

Etapas 3. Estimación de cartografía con presencia de Hydrilla verticillata.

Utilizando la información generada con el GPS se elaboró un archivo el cual permitirá estimar el área con presencia de Hydrilla.

Etapas 4. Lineamientos de acción para el manejo de Hydrilla Verticillata.

Con base a los ejes estratégicos de trabajo y siguiendo los diferentes lineamientos e instrumentos para el manejo y control de Hydrilla, está orientado a cumplir lo



establecido en el eje estratégico “Monitoreo, evaluación y vigilancia ambiental” cuyo objetivo es diseñar y aplicar sistemas de monitoreo, evaluación y vigilancia ambiental y de manejo sostenible de los recursos naturales de la Cuenca.

Etapas 5. Manejo Pos-t extracción: Lugar de recopilación fuera del lago

Este fue un lugar donde converja toda la Hydrilla extraída.

Empacado de Hydrilla:

Esta actividad se hará con redes plásticas para su fácil manejo.

Transporte de Hydrilla al laboratorio del CII.

Etapas 6. Procesamiento de la Hydrilla. Secado y revisión de humedad en la Hydrilla Verticillata.

Esta actividad se llevó a cabo en un lugar techado tratando de secar la planta en promedio 41 Kg.

Cortado y picado del alga,

Proceso que se realizara posterior al secado de la planta y será sometida a un triturador en promedio 2 kg.

Compactado y transformado en pellet,

Este proceso se llevo en un mecanismo que compactara hasta un tamaño aceptable menor a los 12 milímetros .

Empacado de pellets.

Este proceso se llevara a cabo después de compactarlo en sacos.

Etapas 7. Determinación de BTUs.

Fue quemado en el laboratorio para saber cuál es la capacidad calorífica.

Etapas 8. Recopilación de datos y generación de informe final.

Etapas finales que consisten en integrar todos los datos del proyecto.

RESULTADOS

Se ingresaron al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 3 lotes de Hydrilla Verticillata provenientes de una mezcla homogénea de diferentes lugares de la Cuenca del Lago de Atitlán, en total fueron 41 Kg con una humedad inicial de 88%. La cual se deshidrató a una temperatura de 65 C en el secador eléctrico de flujo transversal y determinación del contenido de humedad en la balanza de humedad.

Contenido de humedad promedio de la Hydrilla Verticillata.

Muestra	Contenido	
	Humedad Inicial	Humedad Final
Hydrilla Verticillata	84,45± 6,29	5,09 ± 1,25

*Informe LIEXVE-QI 12-2013

Resultados del ensayo del alga lacustre húmeda y deshidratada .

Muestra	Masa (K)
Materia Húmeda	17,3
Materia Deshidratada	4,26
Relación (Humedad/Deshidratada)	6,88:1
Relación aproximada	7:01

*Informe LIEXVE-QI 12-2013

Resultados del análisis según Acuerdo Ministerial No. 399-2012 no existe especificaciones para este producto. Este valor se determinó en laboratorio, mediante ensayos con una bomba calorimétrica, bajo el método de análisis de la norma ASTM D-240 (Combustión de una cantidad conocida de combustible en atmósfera de oxígeno, en una bomba calorimétrica, en condiciones adiabáticas normalizadas).

Descripción	Resultados		
	MJ/Kg	Kcal/Kg	Btu/Lb
Poder Calórico Superior	11,31	2701	4862
	11,25	2687	4837
	11,34	2710	4877
	11,35	2712	4881
Promedio	11,31	2703	4864

DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

Al determinar la cantidad de BTUs que posee la Hydrilla Verticillata se estableció que debe ser considerada como una biomasa útil para la generación de energía a través del aprovechamiento de esta dentro de los procesos de combustión en una caldera y posteriormente la generación de energía eléctrica útil a la humanidad.

Al analizar las Kcal/Kg que posee la la Hydrilla Verticillata comparada con el bagazo de la caña que actualmente se utiliza para la combustión en calderas podemos determinar que su poder calorífico es 2/3 partes funcional para dicho proceso de combustión.



Se determinó que es un recurso renovable para el uso continuo en la producción de energía.

Ayudar a disminuir el crecimiento desmedido de la *Hydrilla Verticillata* en el lago de Atitlán a través de su uso como combustible alternativo y salvar dicho cuerpo de agua.

RECONOCIMIENTOS:

Mi Hijo	Milton Aarón de León Leiva, por ser la luz en mi camino.
Mi Papa	Por acompañarme e indicarme el camino correcto en esta investigación.
Instituciones	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología al Centro de Investigaciones de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍAS

Acosta Arce Luis, maleza acuática como componentes del ecosistema, 2006, Universidad de Costa rica, pp 213-218.

Alakangas, E. 2002. Wood pellets in Finland, technology economy and market. OPET Report 5, Technical Research Center of Finland (en línea). Jyväskylä, Finland. Disponible en <http://www.tekes>.

Gerardo Soto, Miguel Núñez, FABRICACION DE PELLETS DE CARBONILLA, USANDO ASERRIN DE *Pinus radiata* (D. Don), COMO MATERIAL AGLOMERANTE., 2008, Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales. Talca, Chile.

Morales Lechuga Alf, COMPOSICION Y ABUNDANCIA DE PECES A VEGETACION ACUATICA SUMERGIDA EL GOLFETE, 2004, Univeridad de San Carlos de Guatemala, tesis.

Rodríguez, M. 2006. La biomasa forestal como fuente de energía. Ambiente Forestal. 1 (2): 7p

SUTTON, D.L.; VANDIVER, V.V. 1986. Grass carp: a fish for biological management of *Hydrilla* and other aquatic weeds in Florida. Bulletin 86. Florida Agricultural Experiment



Stations. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, Gainesville. U.S.A. 10p.

SPENCER, D.F.; ANDERSON, L.W. 1986. Photoperiod responses in monoecious and dioecious *Hydrilla verticillata*. *Weed Science*. 34: 551-557

PÁGINAS DE INTERNET

<http://www.elitelatina.com/portal/modules.php?name=News&file=article&sid=14>

<http://www.elperiodico.com.gt/es/20090829/temasdeinteres/111882/>

<http://www.chmguatemala.gob.gt/Members/esolorzano/noticias/hydrilla-verticillata-dana-la-laguna-guiscoyol>

http://www.mag.go.cr/rev_meso/v07n02_001.pdf

Evidencia Fotográfica:

Anexo 1

Contaminación por *Hydrilla Verticillata*



Manejo y Transporte



Secado en deshidratador



Reconocimiento y recopilación de datos de afección de áreas



Granulometría y compactación de pellets



Compactación y transformación a pellet





Análisis Calorífico





Investigador Ing. José Milton de León Bran
Ingeniería Mecánica, CII Facultad de Ingeniería, USAC
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología
Periodo de investigación 2012 – 2014.