

CONTENIDOS

La propuesta del mes

Propiedades del marabú como combustible cosechado con la máquina BMH-480

Sabías que...

CAPÍTULO 4. POTENCIAL DE BIOMASA FORESTAL Y AGRORESIDUOS

(Fuente: Atlas Bioenergía. Cuba. Sector Agropecuario y Forestal. 2018)

Eventos

! IMPORTANTE

La información que se publica en el boletín no es responsabilidad de la editorial CUBAENERGÍA.

EDITORIAL

Estimado lector:

El logro de un desarrollo energético sostenible es apremiante para la humanidad, satisfacer las necesidades energéticas actuales, sin poner en peligro la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras es una responsabilidad insoslayable de todos. En este empeño, el empleo de las fuentes renovables de energía (FRE) es decisivo y dentro de ellas la biomasa es altamente importante.

Cuba aborda con gran responsabilidad este compromiso, a pesar de sus limitaciones financieras acrecentadas por el endurecimiento del bloqueo norteamericano. En este sentido la meta de alcanzar el 24 % de la generación eléctrica en el 2030 con FRE es un importante ejemplo. En esa meta la biomasa juega un rol decisivo, pues se aspira a que llegue a representar el 14 % en la matriz de generación eléctrica.

El empleo de la biomasa para la generación eléctrica recaerá esencialmente en la industria azucarera con el uso de su biomasa cañera (bagazo y paja de caña) y la biomasa forestal que aportará el sistema empresarial del Ministerio de la Agricultura. En el programa aprobado se prevé modernizar 19 plantas generadoras con 755 MW de potencia. Estas nuevas plantas generadoras (llamadas bioeléctricas) operarán durante 300 días al año para alcanzar adecuados indicadores financieros en sus procesos inversionistas con biomasa cañera y forestal. Esta línea de desarrollo es además una oportunidad para inversionistas extranjeros.

*Dr. C. Ángel M. Rubio González
Profesor Titular y Emérito*

*Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales
(CEETA)*

*Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial
Universidad Central Marta Abreu de Las Villas,
Cuba*

REDACCIÓN renovable.cu

CUBAENERGÍA, Calle 20 No 4111 e/ 18A y 47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, CUBA. Teléfono: 7206 2064. www.cubaenergia.cu/
Consejo Editorial: Lic. Manuel Álvarez González / Ing. Anaely Saunders Vázquez. Redactor Técnico: Ing. Antonio Valdés Delgado. Edición: Lic. Lourdes González Aguiar. Compilación/Maquetación: Grupo de Gestión de Información. Diseño: D.i. Miguel Olano Valiente. Traducción: Lic. Odalys González Solazabal. RNPS 2261

La propuesta del mes

Propiedades del marabú como combustible cosechado con la máquina BMH-480

Angel Rubio-González, Pedro Iturria Quintero, Delvis Palmero Marín, Adineisy Viera Rodríguez

Introducción

Para el año 2030, Cuba se ha propuesto generar un 14 % de su electricidad con biomasa. Esta meta tiene su sustento en la construcción de 25 bioeléctricas (plantas de generación de electricidad con biomasa cañera y altos parámetros de vapor) anexas a centrales azucareros, pero dicha biomasa no es suficiente para que la planta opere durante la mayor parte del año (al menos 300 días) que haga favorable los indicadores financieros, en especial el período de recuperación de la inversión. Lo anterior ha llevado a la búsqueda de otras biomásas que puedan ser empleadas como combustibles complementarios y que permitan operar un tiempo adecuado.

El marabú, *Dichrostachys cinerea* (L.), está identificado en el país como un importante combustible complementario para las bioeléctricas. El marabú existe en grandes cantidades, aunque tiene limitantes: es finito en el tiempo y las tierras que se liberen al cosecharlo deberán dedicarse a la producción de alimentos (Vidal, 2015).

Durante años se han realizado muchos estudios del marabú con diferentes finalidades (en especial para la producción de carbón) pero prácticamente todos han tenido la característica que las muestras se han tomadas manualmente, y principalmente del tronco y en ningún caso se encontraron estudios de la biomasa (marabú) que se obtiene con las condiciones de cosecha con una máquina. Los referidos estudios, aunque con esa característica apuntada, tienen un importante valor informativo y comparativo, por ello a continuación se presenta un resumen de las principales propiedades estudiadas (ver Tablas 1, 2 y 3).

De la Tabla 1 se puede concluir que el calor de combustión superior de la masa seca del marabú oscila entre 17,04 y 20,20 MJ/kg. Del inferior, que es el más importante en el proceso de generación de vapor, se obtuvo un solo valor, 16,24 MJ/kg.

Tabla 1. Calor específico de combustión	
Valor o rango	Fuente
Superior: 18,06 MJ/kg	(Cantos, 2017)
De Las Tunas: 19,5 MJ/kg De Pinar del Río: 17,04 MJ/kg	(Guyat-Dupuy, 2014)
Superior: 18,26 MJ/kg	(INAF, 2018)
Superior: 20,20 MJ/kg Inferior: 16,24 MJ/kg	(Alba-Reyes, 2018)
Superior: 19,10 MJ/kg	(Abreu-Naranjo, 2010)

De la Tabla 2 se puede concluir, como era de esperar, que el marabú es un combustible joven, con un bajo contenido de carbono y alto de oxígeno. La presencia de azufre resulta interesante.

Tabla 2. Composición elemental (%)							
C	H	N	S	O	A	W	Fuente
46,34	3,33	0,56	0,49	49,28	0	0	(Cantos, 2017)
49,40	6,12	0,79	0,05	40,24		0	(Abreu-Naranjo, 2010)

De la Tabla 3 resulta interesante el contenido de ceniza, el que impactará en la operación del horno de la caldera.

Tabla 3. Análisis inmediato (%)				
Humedad	Volátiles	Carbono fijo	Cenizas	Fuente
3,40	50,04			(Cantos, 2017)
	77,26		3,4	(Abreu-Naranjo, 2010)

Dado que las propiedades como combustible de esta biomasa forestal, formada por marabú, han sido estudiadas solo a partir de cosechas manuales, y como ahora la demanda de grandes cantidades obliga a la mecanización de su cosecha, las propiedades de la biomasa que será empleada como combustible podrían resultar diferentes, pues dicha biomasa incluye todas las partes de la planta (troco, ramas, hojas y flores) y la presencia de tierra. Esta diferencia lleva a la necesidad de conocer las propiedades de esa biomasa en específico, por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo: Estudiar las principales propiedades del marabú como combustible cosechado con la máquina BMH-480 con el cabezal H 600.

2. Metodología

2.1. Calor específico de combustión y contenido de ceniza

En el procedimiento para el estudio de estas propiedades se concibieron dos variables a considerar: densidad de campo y condiciones de la máquina durante la cosecha (altura de corte). Se tuvieron como constantes, a saber: tipo de suelo (pardo) y condiciones climáticas de la cosecha (seca). Las muestras procederían de la biomasa cosechada con la máquina BMH 480 con el cabezal H 600 (Ver Figura 1). Las variaciones previstas para las variables fueron:

- Densidad de campo: 1 Alta (100 t/ha), 2 Media (75 t/ha), 3 Baja (50 t/ha)
- Condiciones de la máquina para la cosecha (altura de corte): 1 Alta (25 cm), 2 Baja (8 cm)



Tomadas las muestras en el campo se procedió a la reducción de su humedad y trituración hasta obtener un polvo y posterior selección de la muestra final mediante un sistema de cuarteo. Se determinó el calor de combustión superior para la masa de trabajo (tres repeticiones) y se calculó su valor para la masa seca. Se previó que las evaluaciones de laboratorio fueran hechas para la masa de trabajo y se calcularan para la masa seca. Masa de trabajo es la masa de marabú con la humedad de la muestra y la masa seca es la masa de marabú con 0 % de humedad. Las pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de Bioenergía del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con reporte el 11 de marzo de 2019.

2.2. Granulometría

Tres muestras representativas de la biomasa procesada por la cosechadora se pesaron. Las muestras se separaron en longitudes de < 1 mm, 1–20 mm, 21–80 mm, 81–250 mm, con el empleo de tamices (Ver Figura 2). Posteriormente, se pesaron por separado los grupos de fracciones de cada muestra. A continuación, se determinó el porcentaje que representa el peso de cada grupo de fracción del total de la muestra. Estas pruebas fueron realizadas en el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de Las Villas.



Figura 2. Fracciones de la biomasa de marabú

2.3. Humedad de la pila de marabú a la intemperie en función del tiempo

La humedad tiene una gran influencia sobre el calor de combustión y como este combustible será almacenado en pilas, la determinación de su variación en el tiempo es de suma importancia. El procedimiento seguido para este estudio consistió en:

- Formación de una pila de marabú cosechado por la máquina (unas 12 t)
- Datos de la cosecha: Densidad de campo media (75 t/ha), suelo pardo, condición climática seca y altura de corte alta (25 cm).
- Datos de la pila: masa (12 t), diámetro (8,50 m), altura (3,30 m).
- Toma de muestras de la pila: Toma de 2 muestras, a una altura de 1 m de la pila y 50 cm de profundidad. Tomadas en puntos opuestos de la pila (cara Norte y cara Sur). Masa aproximada de 1 kg. Pesaje inmediato. Conservación en sobres de papel. Primera muestra inmediatamente formada la pila y considerada del día 0. Toma de muestras cada 2 días y en el mismo horario.
- Control de ocurrencia de lluvias cada día.
- Determinación de la humedad en estufa a 120 °C hasta peso constante.

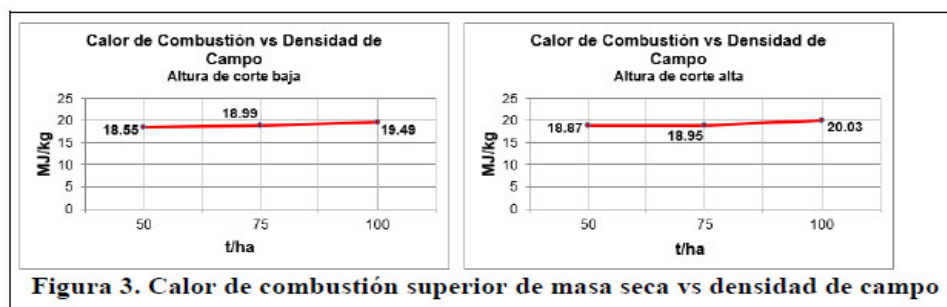
2.4. Ángulo de reposo de la pila

El ángulo de reposo de la pila de marabú se determinó a partir de la geometría de la pila y se evaluó para el primer día y el día 22 en que concluyó la prueba de humedad

3. Resultados y discusión

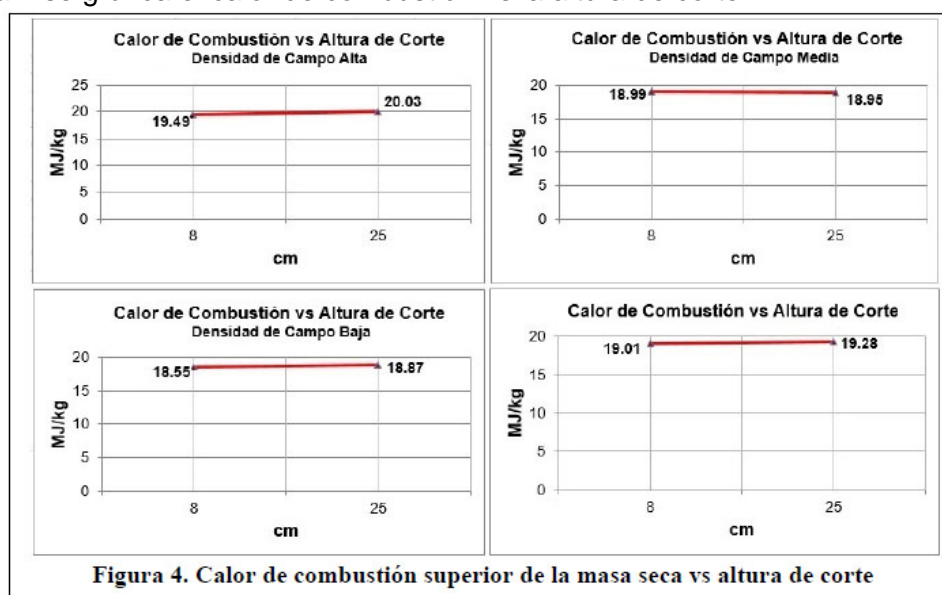
3.1. Calor específico de combustión

El calor de combustión superior de la masa seca se movió entre 18.55 y 20,03 MJ/kg, con un valor medio de 19,147 MJ/kg. Estos valores son similares a los reportados en la literatura consultada. En la Figura 3 se gráfica el calor de combustión vs la densidad de campo.



En este caso se nota una muy ligera tendencia a incrementar el calor de combustión con la densidad del campo, incluso para los dos valores de altura de corte evaluados.

En la Figura 4 se gráfica el calor de combustión vs la altura de corte.



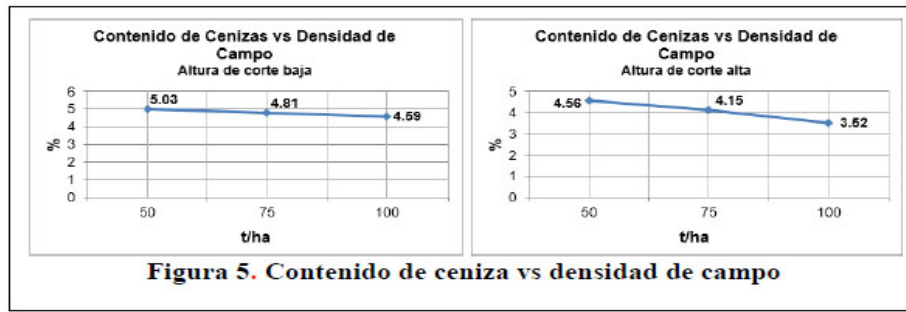
El calor de combustión se incrementa ligeramente cuando aumenta la altura de corte en todos los casos, excepto para densidad de campo media, no obstante la tendencia general (promedio) es a aumentar ligeramente con la altura de corte. Este comportamiento podría ser debido a que al aumentar la altura de corte disminuye el contenido de ceniza (menor incorporación de tierra). No obstante estas variaciones, se puede considerar que el calor de combustión no varía significativamente.

Adicionalmente se calculó el calor de combustión inferior de la masa seca para determinar el de la masa de trabajo a diferentes humedades, lo que se muestra en la Tabla 4.

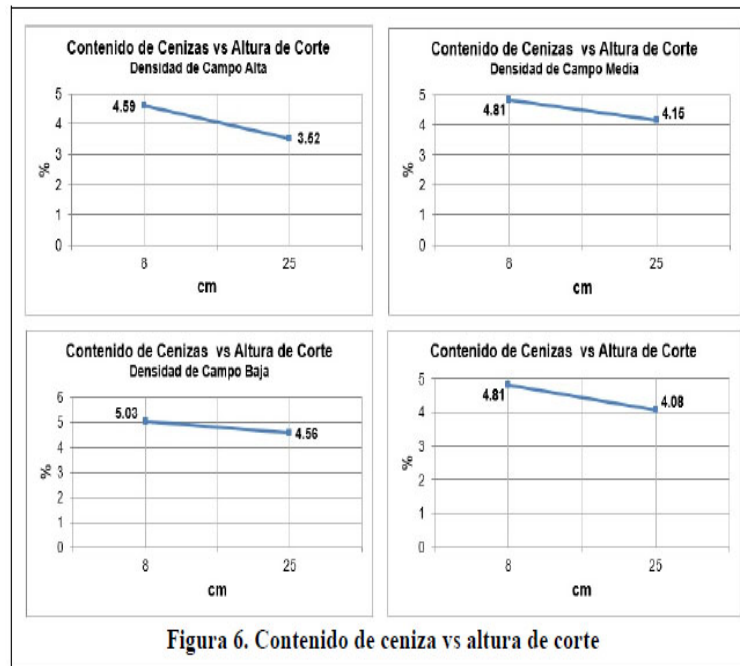
Tabla 4. Calor de combustión inferior de la masa de trabajo en función de la humedad (kJ/kg)								
W	10	15	20	25	30	35	40	45
Qip	16271	15367	14463	13559	12655	11751	10847	9944

3.2. Contenido de ceniza

El contenido de ceniza para la masa seca se movió entre 3,52 y 5,03 %, con un valor medio de 4,445 %. Estos valores están por encima de los reportados en la literatura consultada. En la Figura 5 se muestra la dependencia del contenido de ceniza con la densidad de campo. Se aprecia una ligera tendencia a disminuir el contenido de ceniza con la densidad del campo, tanto para altura de corte baja como alta. Esto podría deberse a que en la medida que aumenta la densidad del campo aumenta la fracción maderable del marabú y por lo tanto disminuye la proporción de hojas las que deben tener un mayor contenido de minerales pues es en ellas donde se realiza la fotosíntesis.



En la Figura 6 se muestra la dependencia del contenido de ceniza con la altura de corte de la máquina. Se aprecia una tendencia a disminuir el contenido de ceniza con el incremento de la altura de corte. Esto se debe a que cuando la altura de corte es alta se incorpora una menor cantidad de tierra a la biomasa.



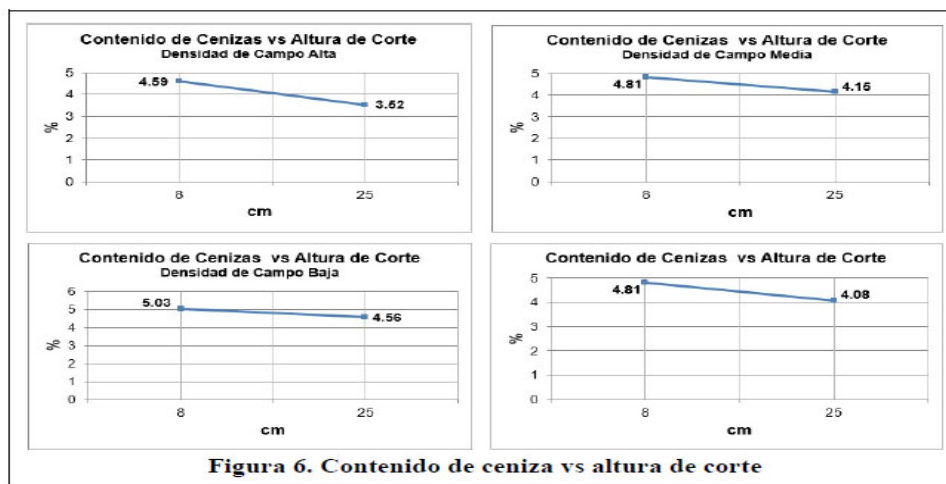
3.3. Granulometría

Los resultados obtenidos permitieron conformar la Tabla 5. El estudio de esta tabla permite concluir que la fracción de 21–80 mm aparece en mayor proporción, seguida de la fracción con longitudes entre 81–250 mm. Aproximadamente el 85 % de la biomasa presenta una longitud entre 21 y 250 mm. El 13 % de la biomasa tiene dimensiones de 1 a 20 mm y el 2 % es inferior a 1 mm. No se observaron fracciones con longitud por encima de los 250 mm. En las tres muestras evaluadas los datos obtenidos presentaron poca variación.

Rango de medida	Muestra I		Muestra II		Muestra III	
	Peso (g)	Proporción (%) ¹	Peso (g)	Proporción (%)	Peso (g)	Proporción (%)
Biomasa total	1770	100	1540	100	1930	100
< 1mm	35	2.01	31	2.01	38	1.97
1–20 mm	240	13.56	185	12.01	270	13.99
21–80 mm	920	51.98	770	50.00	1004	52.02
81–250 mm	575	32.48	554	35.98	618	32.02

3.4. Humedad de la pila de marabú a la intemperie en función del tiempo

En la Figura 7 se presenta el comportamiento de la humedad del marabú almacenado en pila a la intemperie. De esta gráfica se pueden sacar varias conclusiones: la humedad disminuye constantemente con el tiempo y las lluvias ligeras no la afectan significativamente; las lluvias fuertes afectan la humedad y pueden llegar a revertir su tendencia a disminuir provocando incrementos. Una extrapolación del proceso de secado normal (hasta el día 8 sin lluvias) permite estimar que una humedad de equilibrio, de aproximadamente 12 %, se podría alcanzar entre 17 y 18 días de secado.



3.5. Ángulo de reposo de la pila

Los ángulos de reposo medido resultaron:

Ángulo de reposo el día inicial: 38°

Ángulo de reposo el día 22: 29°

La pila disminuyó su altura en un proceso de compactación, no se considera que la masa de las muestras tomadas haya tenido influencia por ser cantidades pequeñas. Se asume que este fenómeno se debió a la acción del propio peso de la masa de marabú y la lluvia. La disminución de la altura provocó una disminución del ángulo de reposo.

4. Conclusiones

El calor de combustión superior de la masa seca se movió entre 18,55 y 20,03 MJ/kg, con un valor medio de 19,147 MJ/kg. Estos valores son similares a los reportados en la literatura consultada, y tienen una muy ligera tendencia a incrementar con la densidad del campo y la altura de corte.

El contenido de ceniza para la masa seca se movió entre 3,52 y 5,03 %, con un valor medio de 4,445 %. Estos valores están por encima de los reportados en la literatura consultada. Se aprecia una tendencia a disminuir el contenido de ceniza con la densidad del campo y con el incremento de la altura de corte.

La humedad del marabú apilado a la intemperie disminuye constantemente con el tiempo y las lluvias ligeras no la afectan significativamente; las lluvias fuertes sí la afectan y pueden llegar a revertir su tendencia a disminuir provocando incrementos.

En el estudio granulométrico se observó que la fracción de 21–80 mm aparece en mayor proporción, seguida de la fracción con longitudes entre 81–250 mm. Aproximadamente el 85 % de la biomasa presenta una longitud entre 21 y 250 mm.

El ángulo de reposo de la pila de marabú cosechado varió desde 38° el primer día hasta 29° el último día de evaluación.

5. Referencias bibliográficas

- 1) Alba-Reyes, Y., et al., 2018. Diseño de una planta de torrefacción de marabú con fines energéticos. Revista Tecnología Química. Vol. 38, No 1, enero-abril. 2018.
- 2) Abreu-Naranjo, R., et al., 2010. Caracterización energética del marabú. Revista Dyna. Vol. 85, No 7, octubre. 2010, pp 581-586.
- 3) Cantos, M., et al., 2017. Guachapelí contra marabú. Revista Cubana de Química. Vol. 29, No 3, sept-dic, 2017, pp. 362-378.
- 4) Guyat-Dupuy, MA, et. al., 2014. Características del Dichrostachys cinérea (L) Wight et Arm. (Marabú) para la producción de carbón. Revista Forestal Baracoa. Vol. 33, No 2, julio-diciembre, 2014, pp. 67-72.
- 5) INAF. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. MINAGRI. Principales especies forestales energéticas que crecen en Cuba. La Habana. 5 de noviembre de 2018.
- 6) Vidal, A., et al., 2015. Inventario para el aprovechamiento de las áreas cubiertas de la vegetación Dichrostachys cinérea (marabú) pertenecientes al municipio “Carlos Manuel de Céspedes”, provincia Camagüey. Informe parcial del proyecto Aprovechamiento de la biomasa de marabú y otras especies energéticas como combustible en la generación de electricidad y recuperación ambiental. Financiadas: Unión Europea y Junta de Andalucía. Ejecutores: Sodepaz (España) y Actaf (Cuba). Febrero 2015.

Sabías que...



CAPÍTULO 4 . POTENCIAL DE BIOMASA FORESTAL Y AGRORESIDUOS

Fuente: Atlas Bioenergía. Cuba. Sector Agropecuario y Forestal. 2018

Grupo Bioenergía

Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (CUBAENERGIA)

Autores del capítulo:

Dr. C. Abelardo Domínguez Goizueta / Grupo Empresarial Agroforestal, Empresa Agroforestal Guane

Dr. C. Alfredo Curbelo Alonso / Centro de Gestión de la información y Desarrollo de la energía (Cubaenergía)

Ing. Jorge Luis García González / Grupo Empresarial Agroforestal (Gaf)

Colaboradores:

Dr. C. Oscar Jiménez Cabeza / Centro de Gestión de la Información y Desarrollo de la Energía (Cubaenergía)

Ing. Arnaldo Pérez Arias / Grupo Empresarial Agroforestal (Gaf)

Ing. Rolan Páez Vento / Grupo Empresarial Agroforestal (Gaf)

Ing. Idael Zaldívar López / Grupo Empresarial Agrícola (Gag)Minag)

Para más información consulte: acurbelo@cubaenergia.cu

Eventos



País: España

Lugar: Feria de Valladolid, Valladolid

Fecha: 24/09/2019 - 26/09/2019

<https://www.expobiomasa.com/es>

Feria Internacional de Bioenergía. Tras once ediciones consecutivas de éxito, AVEBIOM convoca para 2019 la 12ª edición de la Feria Especializada en Tecnología de la Biomasa en Valladolid, con la ilusión de seguir impulsando el mayor encuentro profesional especializado en el uso energético de la biomasa de referencia para España y Portugal, y puente comercial entre Europa e Iberoamérica. Expobiomasa, que continúa con carácter bienal, refuerza así su destacada posición en el ranking como una de las cinco mejores ferias del sector a nivel mundial.



III Conferencia Internacional "Energía, Innovación y Cambio Climático"

14 al 16 de abril de 2020
Palacio de Convenciones
La Habana, Cuba

País: Cuba

Lugar: Palacio Convenciones, La Habana

Fecha: 14/04/2020 - 16/04/2020

El Centro de Gestión de la Información y el Desarrollo de la Energía (CUBAENERGIA) de conjunto con la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (AENTA), del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), convocan a la **"III Conferencia Internacional "Energía, Innovación y Cambio Climático"(CIEICC)**, que sesionará del 14 al 16 de abril de 2020, en el marco de la **Convención Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CICTI2020): "Ciencia y Tecnología: Fuerzas para el desarrollo sostenible"** en el Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. Por ello tenemos el gusto de invitarlos a acompañarnos.

Esta III Conferencia tiene entre sus objetivos intercambiar y debatir integralmente experiencias y resultados en el aprovechamiento de las tecnologías que utilizan fuentes renovables de energía, la eficiencia y el uso racional de la energía, la gestión de la energía, la mitigación y la adaptación al cambio climático, la contaminación atmosférica y las acciones para proteger la capa de ozono, desde la práctica del sector empresarial, académico y de políticas públicas, poniendo de relieve el rol de la ciencia, la tecnología, su transferencia y la innovación tecnológica en estos procesos, con la participación de expertos de reconocido prestigio nacional e internacional que impartirán conferencias magistrales, además de desarrollar foros y talleres, sobre diferentes temas de impacto nacional e internacional.

TÓPICOS

- Marcos de políticas, regulaciones, normativas y estrategias, así como de proyecciones energéticas, planes y programas para el desarrollo energético sostenible y la gestión de la energía.
- Experiencias en la utilización de financiamiento internacional para energía y el cambio climático.
- Opciones, estrategias y tecnologías energéticas que contribuyan a la adaptación y mitigación del cambio climático.
- La contaminación atmosférica y el impacto de la energía en las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La eficiencia energética, el uso racional de la energía y la gestión de la energía.
- Desarrollos conceptuales, tecnológicos y experiencias prácticas para el aprovechamiento de las tecnologías que utilicen fuentes renovables de energía conectados a la red o aislados.
- Impacto de la energía en el medio rural, el desarrollo territorial y en la reducción de brechas de género.
- La Enmienda de Kigali, la eficiencia energética en la refrigeración y aires acondicionados y la protección de la capa de ozono.

- Acciones para la difusión, concientización y divulgación de tópicos relevantes en el campo de la energía y el cambio climático.

MODALIDADES DE PRESENTACIÓN

- Conferencias
- Foros
- Seminarios
- Sesiones
- Talleres

En particular se realizarán talleres dedicados a:

- Energía e Innovación
- Energía y Cambio Climático
- Contaminación atmosférica y GEI
- Eficiencia energética y capa de Ozono

IDIOMA OFICIAL DE LA CONFERENCIA: **ESPAÑOL E INGLÉS.**

PRESENTACIÓN DE TRABAJOS Y RESÚMENES

Se deben enviar los resúmenes hasta el día **15 de noviembre de 2019**, a través del registro en el sitio oficial de la convención para que el Comité Científico de la conferencia los valore.

Los resúmenes se enviarán en formato Word, con un límite de 250 palabras, escritos en letra Arial 12 a 1,5 espacios. En los mismos deberá indicarse: los autores y su afiliación, los objetivos principales, el alcance, los resultados, conclusiones y palabras clave.

Los trabajos completos se recibirán hasta el **15 de enero de 2020** y deben cumplir las siguientes especificidades:

- Título de la ponencia (Arial 12, negrita, centrada, mayúscula).
- Nombre del autor/res e instituciones (Arial 11)
- Dirección postal, teléfono, correo electrónico (Arial 11).
- Resumen hasta 250 palabras.
- Palabras clave.
- Los trabajos no deben exceder las 15 cuartillas, con letra Arial 11, e interlineado 1,5, incluyendo figuras y tablas.

El sitio web de la convención es: www.convencioncienciacuba.cu

Puede contactarnos al correo electrónico: confenerg2020@cubaenergia.cu

CUOTAS DE INSCRIPCIÓN Y PAGOS

Delegados y Ponentes: **250.00 CUC**

Estudiantes: **150 CUC**

El pago, para el caso de los participantes extranjeros, podrá realizarse online a través de la pasarela de pago que se habilitará al efecto (recomendable) o a su arribo a La Habana, directamente en el Centro de Registro y Acreditación del Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, sede del evento.

La cuota de inscripción se podrá pagar en CUC con Tarjetas de crédito Visa, Master Card, Euro Card, Cabal, siempre que la casa matriz no sea norteamericana. Los CUC pueden adquirirlo en Cuba en el Aeropuerto, Hoteles, Bancos o Casas de Cambio. El cambio se realizará a partir de euros, dólares canadienses o dólares estadounidenses, según la tasa de cambio vigente del día.

Receptivo Oficial: Agencia de Viajes CUBANACAN



renovable.cu:
PRÓXIMA EDICIÓN DEDICADO A ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Cualquier sugerencia o comentario escribir a: renovablecu@cubaenergia.cu

Inicio