

Guaranda 30 de enero del 2017



UNIVERSIDAD ESTATAL
DE BOLIVAR
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION

Remite a
.....
.....
DIRECTOR

INGENIERO

DARWIN POMAGUALLI

Presente.

De mi consideración:

Por medio del presente me dirijo a Usted para realizar la entrega del proyecto de investigación: "Perfil termoquímico de la biomasa residual de la poda del álamo (*Populus alba ss. boianna*) como fuente de energía renovable", perteneciente al Grupo de Estudios de la Biomasa – UEB; de acuerdo a la convocatoria al VI CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, DESARROLLO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN. Y III CONVOCATORIA DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR- 2016-2017.

Por la favorable atención que se digne dar a la presente, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,


Ing. Juan Gaibor

Director Proyecto

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR
RECIBIDO
DPTO. DE INVESTIGACION
Fecha..... Hora.....
Secretaría

FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE I+D+I

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

Investigación Básica <input checked="" type="checkbox"/> X	Investigación Aplicada <input type="checkbox"/>	Desarrollo Tecnológico <input type="checkbox"/>
--	---	---

Perfil termoquímico de la biomasa residual de tres especies vegetales de la provincia Bolívar como fuente de energía renovable

SUB-LINEAS	PROGRAMAS Y PROYECTOS	
LÍNEA: DESARROLLO AGROPECUARIO		
PRODUCTIVIDAD ANIMAL Y VEGETAL	SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL	
	MANEJO GANADERO Y ESPECIES MENORES	
	MANEJO DE CULTIVOS	
DESARROLLO AGROINDUSTRIAL	SOBERANIA y SEGURIDAD ALIMENTARIA	
	SOCIOLOGIA RURAL	
LÍNEA: BIOTECNOLOGÍA		
BIOTECNOLOGÍA VEGETAL, ANIMAL Y DE LOS ALIMENTOS	MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL	
	MEJORAMIENTO GÉNÉTICO VEGETAL	
	ENZIMAS, METABOLÓMICA	
BIOINSUMOS	BIOFERTILIZANTES, BIOPLAGUICIDAS, BIOCATALIZADORES	
LÍNEA: AMBIENTE		
GESTION DE RECURSOS NATURALES	USO, MANEJO, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO SUELO	
	USO, MANEJO, CONSERVACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS SISTEMAS DE RIEGO	
ENERGÍAS RENOVABLES	BIOMASA, BIOGAS, BIOETANOL, BIODIESEL, PELLETS, BRIQUETAS, HIDRÁULICA, EÓLICA	X
GESTION DE RIESGOS Y DESASTRES NATURALES	AMENAZAS (NATURALES, SOCIO NATURALES Y ANTRÓPICAS)	
	MEDIDAS DE MITIGACIÓN MANEJO Y RECUPERACIÓN ANTE EVENTOS ADVERSOS	X
LÍNEA: DESARROLLO HUMANO		
GESTION DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	DESARROLLO DE SOFTWARE REDES Y TELECOMUNICACIONES	
	COMUNICACIÓN Y LENGUAJE	
EDUCACIÓN Y SOCIEDAD	GESTIÓN SOCIO-CULTURAL	
	PEDAGOGIA Y DIDÁCTICA	
	TECNOLOGÍA EDUCATIVA	

SALUD Y BIENESTAR HUMANO

DESARROLLO PERSONAL
DISCAPACIDAD E INCLUSIÓN
INTERCULTURALIDAD
SALUD INFANTIL
MORBILIDAD MATERNA
ENFERMEDADES ENDÓCRINAS Y CRÓNICO DEGENERATIVAS
ENFERMEDADES VECTORIALES
CALIDAD DEL CUIDADO DEL ENFERMERO

ESTADO SOCIAL DE DERECHOS, SABERES JURÍDICOS Y POLITOLOGÍA	ORINOLÓGIA, CIENCIAS POLÍTICAS Y GOBIERNO REGIONAL	
	GOBERNANZA Y POLÍTICA PÚBLICA	
	JUSTICIA AMBIENTAL Y DERECHOS DE LA NATURALEZA	
	PLURALISMO ÉTNICO Y POLIÉTNICIDAD	

GESTION DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

EMPRENDIMIENTO, ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA
BIOTURISMO
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Nota 1: Las sublíneas, programas y/proyectos de Investigación son cambiantes de acuerdo a la realidad y dinámica del contexto.

Nota 2: Existen ejes transversales que son esenciales en todos los procesos: Interculturalidad y Saberes Ancestrales, Equidad y Participación Ciudadana, Ecología Social y Ambiental.

Duración del proyecto en meses	12 meses
---------------------------------------	-----------------

Monto total del financiamiento proyecto	USD 24.340,00
Monto Financiamiento Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar	USD 8.000,00
Monto Financiamiento Contraparte	USD 8.000,00. Este valor corresponde al Investigador que envía la Universidad Politécnica de Valencia para apoyar en la ejecución del proyecto, y, valores de reactivos químicos para realizar los análisis de muestras en el analizador elemental y el calorímetro isoperibólico. El monto de la contraparte lo financia el Proyecto ADSIDEO de la Universidad Politécnica de Valencia – España.

B. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Zona 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena)	<input checked="" type="checkbox"/>
Zonas de Planificación	<input type="checkbox"/>
Provincial	<input type="checkbox"/>
Local	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Especifique las provincias en las que se ejecutará su proyecto</i>	
<i>Especifique la Provincia y Cantones donde se ejecutará su proyecto</i>	

A. DATOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EJECUTORA

Universidad Estatal de Bolívar					
Coordinador Grupo	Ing. Juan Gaibor Chávez			Cédula de Identidad	0201051687
Director del Proyecto	Ingeniero: Juan Gaibor Chávez			Cédula de Identidad	0201051687
Teléfonos	032083057	Fax	032206071	Correo Electrónico	jgaibor@ueb.edu.ec
Dirección	Avenida Che Guevara y Gabriel Secaira – Vía Ambato				
Página Web Institucional	www.ueb.edu.ec				
Órgano Ejecutor	Departamento de Investigación				

B. INVESTIGACIÓN COMPARTIDA

Universidad Politécnica de Valencia				
Representante Legal	Francisco J. Mora Mas (Rector de la Universidad)		Cédula de Identidad	Q4618002B CIF universidad
Teléfonos	0034 655438581	Correo Electrónico	ccd@upv.es	
Dirección	Camino de Vera s/n 46022 Valencia (España)			
Página Web Institucional	http://www.upv.es			
Órgano Ejecutor	Centro de Cooperación para el Desarrollo			

La Universidad Politécnica de Valencia (UPV) colaborará en este proyecto a través de un programa propio de cooperación para el desarrollo denominado ADSIDEO, a través del cual también se articulan ayudas para que personal de la UPV (alumnos y técnicos) puedan visitar la UEB para su participación en el proyecto. Además prevé una dotación pequeña para material fungible y desplazamientos de los miembros de la UPV.

C. PERSONAL CIENTÍFICO-TÉCNICO DEL PROYECTO

Director del Proyecto	0201051687	Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez. Ingeniero Agroindustrial y Master en Salud con Enfoque de Ecosistemas	Universidad Estatal de Bolívar	032983057 – 0997838109 juanelogaibor@gmail.com
Investigador 1	0601587280	Herminia Del Rosario Sanaguano Doctora en Química	Universidad Estatal de Bolívar	0997865026 hrosario@hotmail.com
Investigador 2	093218885	Ph.D Zulay Niño Doctorado Ingeniería Química	Universidad Estatal de Bolívar	0979717336 znino@uc.edu.ve
Investigador 3	29187428Z	Dr. Borja Velázquez Martí	U. Politécnica de Valencia – España	0034 655438581 birvemar@dmta.upv.es

D. RESUMEN EJECUTIVO

El Grupo de Investigación de la Biomasa del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar, ha realizado investigaciones acerca del potencial energético de biomásas residuales de distintos cultivos agrícolas y forestales en la Provincia de Bolívar, entre los que resalta estudios de la biomasa residual de los residuos de maíz suave (Gaibor J, 2016), de la poda de árboles de naranja (Velázquez B, Gaibor J, 2016), de los residuos de cosecha de arveja, trigo, cebada, papa, chilca y lechero (Velázquez M, Gaibor J, 2016); y se continúa en los estudios de diferentes residuos de cosecha o de poda de otras especies vegetales; además se ha realizado estudios sobre la fermentabilidad de la caña de azúcar para la obtención de etanol (Velázquez M, Gaibor J, Pérez S, 2016). La presente investigación es una continuación del estudio de diversas especies; en este caso es el estudio de especies tales como: álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*), como fuente de energía renovable.

La biomasa residual procedente de la agricultura en la provincia Bolívar constituye un recurso potencialmente aprovechable como fuente de biocombustibles y otros subproductos. Sin embargo, no ha sido utilizado hasta ahora, debido a que presenta diferentes dificultades técnicas, así como por la carencia de suficiente información sobre la cantidad y calidad para su transformación. Su gestión energética podría suponer un ingreso adicional para los agricultores, que por un lado comercializarían la cosecha alimentaria, y por otro comercializarían estos residuos como fuente de energía, materia prima, o subproductos elaborados, al tiempo de rentabilizar las operaciones de mantenimiento dentro de una gestión sostenible. Esto fortalecerá los lineamientos del Plan Nacional de Buen Vivir.

Cualquier plan de explotación energética a nivel práctico precisa una cuantificación de los distintos recursos disponibles, junto a una caracterización que permita establecer la aptitud de los recursos biomásicos a los distintos procesos para la obtención de energía: combustión directa, gasificación, fermentación etc. Este proyecto pretende analizar la cadena de aprovechamiento de los residuos de poda del álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*) árboles ornamentales abundantes en el cantón Guaranda y otros cantones de la Provincia de Bolívar. El proyecto proporcionará una base de datos en la que se señalen los siguientes parámetros:

- Análisis dendrométrico de la especie: Ecuaciones de predicción de la biomasa residual en función de variables geométricas tales como: diámetro de copa, altura del árbol, diámetro del tronco
- Evaluación de la cinética de secado
- Determinación del poder calorífico
- Análisis elemental: en C, H, N, S, O, Cl
- Análisis proximal: Contenido de volátiles, cenizas, carbono fijo, humedad inicial y su evolución mediante secado en distintas condiciones.
- Análisis estructural: Celulosa, lignina y hemicelulosa
- Análisis termogravimétrico para el estudio de pirolisis en atmósferas controladas, de gasificación/combustión de biomasa, y establecimientos de modelos cinético-químicos.

LÍNEA BASE DEL PROYECTO

Mundialmente es reconocido que las fuentes fósiles de energía son limitadas, y la energía nuclear tiene un alto riesgo de peligro para la población en caso de accidente (Callejón-Ferre et al., 2009, 2011, 2014). De este modo, el nuevo marco energético apunta a las fuentes de energía renovables como alternativa a las necesidades locales (Demirbas y Demirbas, 2007). El papel más importante en este nuevo marco viene dado por la biomasa (Manzano-Agugliaro et al., 2013). Se define como biomasa cualquier material de origen biológico susceptible de ser transformado en biocombustible, tales como los producidos en la agricultura (incluidas las sustancias de origen vegetal y animal), la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y urbanos (Directiva 2009/28/CE, 2009). Esta conversión se realiza utilizando tecnologías como la combustión directa, licuefacción, la hidrólisis, pirólisis, gasificación o fermentación entre otros (Demirbas, 2009; Zhang et al., 2010). Para seleccionar una tecnología u otra, se hace necesario el análisis proximal (humedad, materia volátil, carbono fijo y cenizas), análisis elemental (contenidos de carbono [C], hidrógeno [H], nitrógeno [N], azufre [S], oxígeno [O] y cloro [Cl]), análisis estructural (lignina, celulosa, hemicelulosa y extractiva) y análisis termogravimétrico y fermentativo, además de conocer el poder calorífico (PC). De estos análisis dependen los procesos y calidad de los biocombustibles obtenidos (Yin, 2011). Por esta razón, muchos autores han realizado modelos matemáticos para predecir la aptitud de la biomasa a partir de los parámetros de cada tipo de análisis (Vargas-Moreno et al., 2012). Sin embargo, a pesar de que el uso de la biomasa en las zonas rurales está comenzando a tener interés para los agricultores de Ecuador, el conocimiento de las materias primas a utilizar como la bioenergía es muy bajo aún. La biomasa procedente de cultivos tropicales y andinos, como por ejemplo el aguacate, el algarrobo, el mango, el banano; y cultivos urbanos como es el caso de la especie álamo, puede ser una fuente importante de energía renovable (Callejón et al., 2014). Podría ser estimada por análisis de imagen y LIDAR, la determinación del volumen de copa, número de frutos, calidad de la fruta, el volumen de la poda, etc. (Yu et al., 2011). Por ello en este proyecto se plantea una caracterización termoquímica del álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*), lechero (*Euphorbialaurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*): El álamo es una especie arbórea mayoritariamente urbana que se encuentra en la mayoría de ciudades en el Ecuador; el lechero (*Euphorbialaurifolia*), es una especie presente en la mayoría de sectores rurales; el café (*Coffea robusta*) es una especie que se ha estudiado solo la parte del grano y su beneficio y no la parte residual; las tres especies constituyen una excelente oportunidad para generar conocimiento científico en razón de que no existen reportes de los mismos en revistas indexadas.

Investigadores de todo el mundo están trabajando tanto en análisis elemental, como proximal, estructural, termogravimétrico y fermentativo. El carbono, hidrógeno y oxígeno son los componentes principales de la biomasa. De ellos, el carbono por lo general tiene una correlación directa con el Poder Calorífico (PC) (Oberberger et al., 2006; Telmo et al., 2010). La concentración de N y S en la biomasa es importante debido a que están involucrados en la generación de NO_x, gas SO₂, SO₃. El Cl produce emisiones ácidas con efecto corrosivo durante la combustión. Esto hace que estos elementos sean no deseados en la composición de la biomasa (Khan et al., 2009). Los contenidos de C en la biomasa pueden oscilar entre 42 y 71%, H entre 3 y 11%, O entre 16 y 49%, N entre 0,1 y 12%, S entre 0,01 y 2,3% y Cl entre 0,01 y 0,9% (Vassilev et al., 2010). Del mismo modo, PC

(base seca) oscila entre 17 y 20 MJ kg⁻¹, que es muy diferente de los bosques de madera (pino con 21 MJ kg⁻¹) y frutas (19 MJ kg⁻¹). En biomasa húmeda, los valores obtenidos disminuyen dependiendo del contenido de humedad (Velázquez-Martí et al., 2012b).

La biomasa contiene una cantidad variable de celulosa, hemicelulosa, lignina y pequeñas cantidades de lípidos, proteínas, azúcares simples y almidón. Aparte, contiene constituyentes inorgánicos y una fracción de agua. De todos ellos, la celulosa, la hemicelulosa y la lignina son los tres constituyentes principales (Demirbas, 2009; Saidur et al., 2011). La combinación de celulosa, hemicelulosa y lignina se conoce como lignocelulosa que representa alrededor de la mitad de la materia producida en la fotosíntesis y representa el recurso orgánico renovable más abundante de la Tierra (Saidur et al., 2011). El análisis estructural de la biomasa es especialmente importante en el desarrollo de procesos de producción de otros combustibles y productos químicos, así como en el estudio del fenómeno de la combustión. Por otro lado, estos análisis pueden ser útiles para la determinación del poder calorífico superior (PCS) (Arin y Demirbas, 2004). Junto a la celulosa, hemicelulosa, lignina y las cenizas o minerales, en la biomasa existen otros materiales conocidos como extractivos, que se corresponden con ácidos grasos, ácidos resínicos, taninos, azúcares, oligómeros terpenos, esteroides, hidrocarburos, etc. La cantidad que aparece de ellos depende de la especie, parte del árbol, época del año y otros factores. Los extractivos tienen un poder calorífico de unos 35 MJ kg⁻¹, resultando muy interesantes para las aplicaciones energéticas (Arin y Demirbas, 2004). Los análisis proximales consisten en determinar los contenidos de materia volátil (VM, siglas en inglés), carbono fijado (FC, siglas en inglés) y de cenizas presentes en la biomasa (Saidur et al., 2011, Khan et al., 2009). El estudio de estos parámetros es interesante para conocer cómo combustiona la biomasa. Por ejemplo, se puede relacionar un contenido en cenizas con determinados problemas de combustión e ignición; por otro lado, el poder calorífico de la biomasa se incrementa cuando lo hacen el FC y la VM (Saidur et al., 2011). Una cantidad ingente de artículos científicos se basan en la evaluación de la fermentabilidad de residuos (Pardao, et al., 2008; Sarris et al., 2014; Yu et al., 2014) o en su gasificación por pirólisis en ausencia de oxígeno. Todas las referencias mostradas demuestran la gran actualidad e interés mundial de este tipo de investigaciones.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En cumplimiento de la política gubernamental basada en la Constitución del Ecuador, a través del Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, Agenda Zonal y Estrategia Agropecuaria quien por expreso mandato y, concordancia con los objetivos y lineamientos; buscan *promover, la formación de talento humano*, la investigación, el intercambio de conocimientos y el *diálogo de saberes* sobre el bio-conocimiento para la generación y aplicación de nuevas tecnologías que apoyen los procesos de transformación de la matriz productiva y energética del país, así como para la remediación y restauración ecológica. Consecuente con la política nacional, es imperativo que se desarrollen estudios investigativos orientados a contribuir al mejoramiento del sistema económico, social, solidario y sostenible de la comunidad universitaria y civil del país.

Una gran cantidad de biomasa residual con posible uso energético y agrícola puede ser extraída de la gestión de la agricultura en la provincia Bolívar en lo referente a restos de cosecha. La biomasa residual tanto en especies leñosas como en herbáceas es muy variable según especies, densidad de plantación o sistemas de cultivo, tamaño de los árboles (Velázquez et al. 2011a). Actualmente estos residuos son amontonados y abandonados o

eliminados por quema en campo no consiguiendo ningún beneficio directo, más bien un coste y obstáculo para otras operaciones de cultivo. Este proyecto va dirigido a la utilización de la biomasa residual generada en la poda del álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbialaurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*) en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes, Caluma, Echeandía, como fuente de energía, como respuesta al cambio de la matriz energética planteada por el gobierno ecuatoriano, y conseguir ingresos adicionales para los agricultores que además de comercializar sus cosechas pueden obtener ingresos complementarios por los residuos generados en las explotaciones agrarias. Esto contribuirá a la consecución de objetivos del milenio como erradicación de la pobreza, garantizar el sustento del medio ambiente o favorecer la asociación para el desarrollo. Esta fuente de biomasa no ha sido utilizada hasta ahora, debido a que presentan diferentes dificultades técnicas en su extracción, manipulación y transporte, así como por la carencia de suficiente información sobre la cantidad y procesamiento de estos residuos.

El objetivo de esta investigación es:

Realizar un perfil termoquímico de tres especies vegetales: álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbialaurifolia*), y el árbol del café (*Coffea robusta*), para su potencial aprovechamiento energético de la biomasa residual en la Provincia Bolívar.

Como objetivos específicos se persigue:

- Realizar una caracterización dendrométrica de las especies en las condiciones de crecimiento de la provincia de Bolívar (Ecuador).
- Relacionar las variables dendrométricas con los residuos generados a través de modelos predictivos útiles para inventariación y cuantificación
- Determinar su poder calorífico, densidad del sólido, densidad a granel.
- Realizar análisis elemental de los mismos: en C, H, N, S, O, Cl.
- Realizar análisis proximal: Contenido de volátiles, Contenidos en cenizas, Carbono fijo, humedad inicial y su evolución mediante secado natural en distintas condiciones.
- Realizar análisis estructural: Contenido en celulosa, lignina y hemicelulosa
- Desarrollar modelos que relacionan el poder calorífico con la composición elemental, proximal y estructural.
- Realizar un análisis termogravimétrico orientado a evaluar la aptitud para tecnologías de pirolisis-gasificación.

METODOLOGÍA

El proyecto se va a estructurar en tres fases:

FASE 1: Caracterización dendrométrica y prospección de las cantidades de álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbialaurifolia*), y el árbol del café (*Coffea robusta*),

Se completará un inventario mediante la generación de datos que permite elaborar modelos en sistemas de información geográfica (SIG).

A partir de las características dendrométricas de las especies en mención, se obtendrá ecuaciones de predicción que pueden ser implementadas a los inventarios de biomasa para conocer la distribución espacial en una determinada zona.

El procedimiento de medición se basará en lo siguiente: Previamente a que un operario lleve a cabo la poda del cultivo, se procederá a la caracterización del álamo objeto de estudio tomando: Diámetro de tronco, diámetro de copa, altura de la copa al suelo, altura total del árbol, año de la última poda, edad y peso de la poda.

Tras la poda se procederá a pesar toda la masa obtenida mediante un dinamómetro o una balanza romana, realizándose gavillas de los materiales leñosos residuales. (Figura 1). La medición de masa en campo se realizará en húmedo, tomando muestras de algunos trozos en pequeños botes de plástico para determinar su humedad en laboratorio. Posteriormente el valor de la humedad permitirá realizar la corrección del peso medido y obtener la materia seca de las mismas. Cuando la poda se realice con presencia de hojas, se tomarán 5 ramas podadas de cada árbol que serán deshojadas manualmente, midiendo el peso antes y después de la eliminación de las hojas para determinar el porcentaje de masa foliar y el porcentaje de masa de madera.



Figura 1. Formación y pesada de gavillas con dinamómetro

Algunas de estas gavillas serán transportadas a laboratorio para realizar la caracterización de los materiales desde el punto de vista energético e industrial. La evolución del proceso de secado se realizará en tres tipos de condiciones:

- a) Secado de astillas al aire sobre tierra
- b) Secado de astillas al aire sobre cemento
- c) Secado de astillas al aire bajo lona plástica

En todas las condiciones se realizarán determinaciones diarias hasta la estabilización del peso.

FASE 2. Análisis elemental, proximal y estructural

La Universidad Estatal de Bolívar posee equipamiento para la determinación del Poder Calorífico, análisis elemental, análisis proximal, análisis estructural, y el análisis termogravimétrico.

Las normas para los análisis están relacionadas en la Tabla 1. La UEB dispone de los documentos escritos y digitales de dichas normas.

Tabla 1. Normas de análisis para caracterización de biomasa

Referencia de la norma	Título
CEN/TS 14588	Biocombustibles sólidos – Terminología, definiciones y descripciones
CEN/ S 14778-1	Biocombustibles sólidos – Muestreo – Parte 1: Métodos de muestreo
CEN/TS 14779	Biocombustibles sólidos – Muestreo – Métodos para la preparación de los planes de muestreo y toma de muestras de certificados
CEN/TS 14780	Biocombustibles sólidos – Métodos para la preparación de la muestra
EN 14774	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de humedad – método de secado en estufa. Parte 2. Método simplificado: Total de humedad
CEN / TS 15149-1	Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la distribución del tamaño de partícula – Parte 1: Método de pantalla oscilante utilizando aberturas de tamiz de 3,15 mm y superiores
CEN/TS 15149-2	Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la distribución del tamaño de partícula – Parte 2: Método vibrante pantalla con aberturas de tamiz de 3,15 mm y por debajo
CEN/TS 15149-3	Biocombustibles sólidos – Métodos para la determinación de la distribución del tamaño de partícula – Parte 3: Método de pantalla Rotary
EN 15103	Biocombustibles sólidos – Determinación de la densidad a granel (densidad aparente)
EN 14918	Biocombustibles sólidos – Determinación del valor calorífico
EN 15148	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de materia volátil
EN 14775:2009	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido de cenizas
CEN/TS 15104	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de carbono, hidrógeno y nitrógeno – Métodos Instrumentales
CEN/ TS 15105	Biocombustibles sólidos – Métodos para determinar el contenido soluble en agua de cloro, sodio y potasio
CEN/TS 15289	Biocombustibles sólidos – Determinación del contenido total de azufre y cloro
CEN/TS 15290	Biocombustibles sólidos – Determinación de los principales elementos
CEN/TS 15297	Biocombustibles sólidos – Determinación de elementos menores
CEN / TS 15234	Aseguramiento de la calidad del combustible – Biocombustibles sólidos
CEN / TS 15296	Biocombustibles sólidos – Cálculo de los análisis a las diferentes bases
EN 14961-1	Biocombustibles sólidos – especificaciones del combustible y las clases – Parte 1: Requisitos generales
EN –ISO 10520	Almidones y féculas nativos- Determinación del contenido de almidón. Método polarimétrico de Ewers

El análisis estructural se realiza de acuerdo al método analítico seguido por Van Soest (1968).

Se analizarán las propiedades de mezclas de madera y hojas en las proporciones indicadas en la Tabla 2 con al menos 5 repeticiones en cada combinación.

Tabla 2. Combinaciones de mezclas de madera y hojas a caracterizar

Porcentaje de madera en masa	Porcentaje de hoja en masa
100%	0%
90%	10%
80%	20%
70%	30%
60%	40%
50%	50%
0%	100%

FASE 3. Análisis termogravimétrico

Cada tipo de material será sometido a un proceso de pirolisis en balanza termogravimétrica (TGA). Dicha balanza estará acoplada a un cromatógrafo de gases y a un espectrómetro de masas dispuestos en serie a través de los que se analizarán los gases obtenidos en la pirolisis.

El mismo proceso se realizará en atmósfera pobre de oxígeno 90% de N₂ y 10% de O₂

Se proporcionarán las gráficas de variación de peso con la temperatura y tiempo, junto los gases resultantes. También los datos de composición de gases volátiles, gases desprendidos en función de la temperatura, y velocidad de calentamiento en cada tipo de atmósfera.

RESULTADOS ESPERADOS

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer del álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*). Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos del álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*), también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones. Se tendrá caracterizada la biomasa producida por el álamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*) en base a su potencial energético. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida de estas especies son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, autonómico e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Las características de esta investigación se ajustan al Programa Nacional de Recursos y Tecnología Agroalimentarias en el Área agrícola y forestal en su punto 5.2 "Mejora en la toma de decisiones, optimización económica del sistema productivo. Valoración socioeconómica de la puesta en práctica de nuevos procesos productivos". De acuerdo

con las líneas generales de este programa esta investigación contribuye a satisfacer las demandas y necesidades sociales en relación a métodos sostenibles de aprovechamiento, producción, conservación, transformación y distribución de productos residuales del sector agrícola. Los resultados obtenidos elaborados serán publicados en medios editoriales de ámbito nacional o internacional. Se dará difusión en congresos, seminarios o por otros medios de repercusión en el sector científico e industrial.

Está previsto la presentación de un mínimo de 2 publicaciones en revistas de la JCR, 2 comunicaciones en congresos y la elaboración de 1 tesis de grado que utilizarán datos del proyecto para posteriores análisis de aplicaciones. Durante la duración del proyecto se realizarán unas jornadas anuales informativas dirigidas a empresas del sector agrícola, empresas de maquinaria, industria de transformación industrial de biomasa etc..

F. SOSTENIBILIDAD

El Grupo de Estudios de la Biomasa (GEB) de la UEB tiene como objetivo desarrollar un programa de investigación centrado en el aprovechamiento de la biomasa agrícola y forestal para uso energético. La elaboración del programa se basa en la solicitud sucesiva de distintos proyectos relacionados en este ámbito. El apoyo institucional, y el interés particular de los docentes de esa facultad garantiza la continuidad de los trabajos, así como su difusión al medio productivo, a través de cursos, publicaciones y de los propio alumnos que se forman en al mismo. La estructura del programa se muestra en la Figura 1. Cada uno de los grupos dirigirán distintos alumnos que realizarán su tesis de fin de grado. El proyecto que ahora se solicita se centrará en dos sistemas específicos, explotaciones de árboles frutales.



El equipamiento para evaluación y análisis para la caracterización de materiales agrícolas y ganaderos y que se amplía en la solicitud de este proyecto, abre una línea continua de trabajo en la Universidad Estatal de Bolívar, dado que las materias primas son muy diversas. Los resultados

variarán según sea el tipo de residuo y sus infinitas mezclas que variarían su composición, así como los regímenes de temperatura a evaluar, junto los tiempos de retención. Ello propiciará que probablemente empresas interesadas en tratar residuos específicos establezcan convenios con la UEB. para evaluar la posibilidad de producir metano. y poder hacer estudios de inversión y rentabilidad.

Esta amplitud de posibilidades en cuanto a materias primas y procesos de tratamiento posibilita la ejecución de sucesivos proyectos, tanto en el ámbito de los residuos ganaderos como en residuos agrícolas, alimentarios, incluso urbanos.

Lo mismo ocurre con el equipamiento del laboratorio de análisis termoquímico, que permitirá la determinación de la aptitud de la biomasa para su transformación en biocombustibles, evaluando su aptitud tanto para combustión directa como para procesos de pirólisis y gasificación; permitirá también el análisis de pesticidas en alimentos y plantas agrícolas, valoración de la contaminación de suelos por hidrocarburos y la eficiencia de las técnicas de biorremediación, prospección de antibióticos, alcoholes u otras sustancias fruto de acción de microorganismos, evaluación de procesos microbiológicos (fermentaciones), análisis de alimentos (identificación de vitaminas), aguas; determinación del principio activos.

G. EFECTOS MULTIPLICADORES

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas agrícolas andinos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas agrícolas, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa producida por los cultivos ecuatorianos en base a su potencial energético.

Se realizarán estudios de logística que permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Se realizará un sistema de información geográfica que servirá de instrumento en la gestión de estos recursos.

Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en la especie forestal alamo (*Populus alba* ssp. *boianna*); lechero (*Euphorbia laurifolia*), y, el árbol del café (*Coffea robusta*) son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Por otra parte, el presente proyecto supone la oportunidad de formar investigadores especialistas en la cadena de aprovechamiento de la biomasa, así como también estudiantes. El desarrollo del sector bioenergético implica la necesidad de especialistas no sólo en los procesos físico-químicos de transformación de la biomasa, sino también en la producción de materias primas, su pretratamiento y distribución. Los profesionales más adecuados para esta especialización son los ingenieros agrónomos y forestales, que conocen el medio productivo.

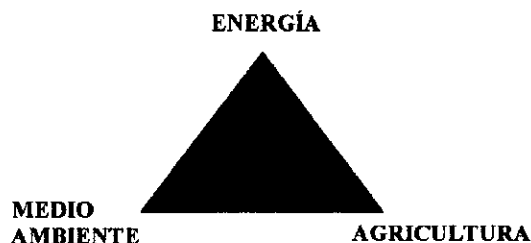
BENEFICIARIOS DIRECTOS

La información obtenida en el proyecto va dirigida a cuatro tipos de usuarios:

- a) Agricultores de árboles frutales. Éstos van a tener métodos para calcular con antelación cuanta biomasa van a disponer por término medio en su explotación. Esta biomasa supondrá un recurso adicional al de la comercialización de fruta, incrementando su renta. Al mismo tiempo tendrán de información sobre las técnicas de recogida de la biomasa residual.
- b) Investigadores, que se convertirán en referencia en Latinoamérica en la cuantificación de la biomasa disponible y en las metodologías desarrolladas. Se formarán especialistas que demanda el sector bioenergético en la actualidad.
- c) Organismos políticos, que podrán orientar mejor sus políticas relacionadas con cambio climático, principalmente en cuanto a inversiones en investigación y proyectos de adaptación, mitigación, y manejo sostenible de recursos; Tendrán herramientas para la inventariación de recursos y la planificación de su aprovechamiento
- d) Empresas que tomarán conciencia de la necesidad de adaptar los procesos productivos a sistemas que reduzcan emisiones de CO₂, el consumo de energía fósil, y garanticen la sostenibilidad de los recursos.

BENEFICIARIOS INDIRECTOS

Los beneficiarios indirectos de los resultados del proyecto comprende toda la humanidad, en tres aspectos: Mitigación del cambio climático y sus efectos ambientales; disminución del uso de combustible fósiles y diversificación de la agricultura mejorando su rentabilidad. Estos tres aspectos los podíamos representar de la siguiente manera:



El sector agrícola en numerosas zonas rurales de nuestro país cuenta todavía con escaso desarrollo, debido a los altos costes de producción y requerimientos de energía, ya que dicho sector no cuenta con ningún tipo de subsidio. Todavía muchas fincas y pequeñas comunidades no cuentan con el servicio eléctrico ni calefacción, y otras que poseen el servicio tienen problema de calidad y confiabilidad. Existe un

gran desconocimiento de la biomasa residual que se produce en el interior de las explotaciones.

I. IMPACTO DEL PROYECTO

De acuerdo con los indicadores planteados en la Matriz de Marco Lógico (Anexo 1) los impactos del proyecto serán los siguientes:

a) Aplicación de las herramientas y procedimientos de medición de biomasa, sistemas de recogida y procesos de transformación óptimos al tejido productivo de la provincia de Bolívar.

a) Se va a conseguir una especialización de profesores e investigadores

b) Se va a lograr la formación de alumnos en los temas específicos investigados

c) Se realizarán publicaciones científicas en revistas de alto impacto incluidas en el JCR, con lo que aumentará el prestigio de los investigadores y de la Universidad Estatal de Bolívar.

d) Se participará en congresos de ámbito nacional e internacional con lo que también se divulgarán las actividades científicas de la UEB

J. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos serán publicados en medios editoriales de ámbito nacional o internacional. Se estima que de este trabajo pueden realizarse alrededor de 2 artículos de revistas recogidas en el Journal Citation Report (JCR). Se dará difusión en congresos, seminarios o por otros medios de repercusión en el sector científico e industrial.

Esta previsto la presentación de un mínimo de 2 publicaciones a congresos y la elaboración de 1 tesis de pregrado que utilizarán datos del proyecto para posteriores análisis de aplicaciones.

Todas las publicaciones y resultados se expondrán en la página web de la Universidad Estatal de Bolívar y en la página web de la Red ECIUMASA.

Además de ello se realizarán publicaciones en la revista Talentos del Departamento de Investigación de la UEB, y se propone la participación en el Congreso de Ciencia y Tecnología que realice el Departamento de Investigación de la UEB; también celebración de jornadas de carácter científico entre entes de la administración pública, empresas del sector agrícola y centros de investigación donde se pongan en común los resultados, las necesidades, los objetivos conseguidos en esta área de investigación. Esta reunión se realizará en el último mes de ejecución del proyecto.

Plan de transferencia y explotación

Durante la duración del proyecto se realizará un seminario dirigido a la comunidad científica de la UEB, participantes del sector agrícola, estudiantes, representantes del gobierno central y Funcionarios de la SENESCYT.

Se impartirán un curso dirigido a técnicos y estudiantes a través de la Unidad de Capacitación del Departamento de Investigación de la UEB, actuando en las siguientes líneas:

- Oferta tecnológica para la realización de trabajos de investigación, consultoría o servicios técnicos avanzados en la temática propuesta.
- Relaciones con el entorno socioeconómico. Como obtener licencias de uso o explotación de las tecnologías bajo propiedad industrial o intelectual
- Colaboración en la selección y formación de profesionales que ayudan a sacar adelante una idea de negocio
- Formación continua. Para saber aprovechar las oportunidades, es imprescindible contar con una buena preparación, realizada por técnicos de la Universidad Estatal de Bolívar.

K. FACILIDADES DE TRABAJO

La recolección de biomasa se realizará tanto en explotaciones de especies arbóreas de los cantones de la Provincia de Bolívar como en explotaciones de agricultores colaboradores.

La parte de análisis termoquímico se realizará en el Laboratorio que ya está implementado en la Universidad Estatal de Bolívar. Este laboratorio está equipado con los cuatro equipos principales:

- a) Conjunto Balanza Termogravimétrica TGA y espectrómetro de masas (de hasta 200 umas)
- b) Analizador elemental
- c) Calorímetro isoperibólico
- d) Mufla
- e) Analizador de fibra
- f) Instalación de gases

Complementados con otros de menor coste que serán adquiridos de forma puntual. Estos equipos son empleados principalmente en análisis de sustancias orgánicas y también se complementan con el espectrofotómetro de absorción atómica que ya posee la UEB, que permite el análisis de elementos metálicos: Cu, Fe, Mn, Mo, B, K, Na, Cd, Zn, Mg, etc. con lo que la capacidad analítica de la universidad quedaría completa.

Este laboratorio de análisis termoquímico equipado con tecnología a la vanguardia de la ciencia, permitirá el desarrollo de líneas de investigación multidisciplinarias en las diversas facultades de la universidad en la frontera del conocimiento, destinado a identificación de compuestos químicos de origen agrícola, alimentario, farmacológico o industrial, como toxinas, plaguicidas, hormonas, hidrocarburos, principios activos o cualquier otro. También permitirá formulación elemental $C_xH_yO_zN_uS_w$ de cualquier sustancia sólida o líquida, junto el valor calórico en su descomposición determinando el poder calorífico de la muestra (cal/g).

L. IMPACTO AMBIENTAL

La ejecución del proyecto no supone ningún impacto ambiental. Ahora bien, los resultados obtenidos permitirán reducir las emisiones de CO₂ mitigando el efecto invernadero.

La utilización de las energías renovables y el uso racional de la energía en general, constituyen estrategias básicas para cualquier país que busca el desarrollo sostenible. Ello implica la necesidad de realizar actividades de conversión energética, evaluar y aplicar nuevas tecnologías y desarrollar programas de capacitación que permitan una mayor difusión de estos temas. Las discusiones sobre política y economía energética, sumada al impacto negativo del consumo de combustibles fósiles, han conducido a una creciente demanda en la utilización de energía renovable. En este contexto, la biomasa y la producción de biocombustibles sólidos, líquidos o gaseosos (como el biogás) se presentan como una alternativa, que no está difundida en muchas regiones sudamericanas, principalmente en medios rurales en muchas ocasiones en vías de desarrollo.

La aceptación de la innovación frente al uso de los recursos energéticos renovables se plantea desde la perspectiva evolucionista y progresista que aún no encuentra un cimiento para su implementación; sea por falta de recursos o desinformación del sector productivo y político. Esta situación pretendemos cambiarla, mediante estos proyectos para bien y progreso del Ecuador y su aprovechamiento bioenergético.

Mediante esta investigación se van a obtener parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer de los sistemas arbóreos andinos. Posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios forestales o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.

Se van a obtener conocimientos sobre la tecnología apropiada para extraer los residuos energéticos de los sistemas pecuarios, también sobre las carencias o necesidades de infraestructuras para realizar estas operaciones.

Se tendrá caracterizada la biomasa residual ganadera en base a su potencial energético.

Los estudios de logística permitirán optimizar la gestión para el abastecimiento a los consumidores finales y su forma de integrarse en los sistemas energéticos convencionales. Los resultados de las determinaciones de la fracción de biomasa potencial obtenida en los diferentes sistemas productivos son extrapolables a diferentes ámbitos de carácter local, regional e incluso de diferentes países de sistemas agrícolas similares, mediante su aplicación a sus inventarios.

Bibliografía citada

Arih, G., Demirbas, A., 2004. Mathematical modeling the relations of pyrolytic products from lignocellulosic materials. *Energy Source A26*, 1023-1032. doi:10.1080/00908310490494595

Callejón-Ferre A.J., Carreño-Sánchez J., Suárez-Medina F.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2014. Prediction models for higher heating value based on the structural analysis of the biomass of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Fuel* 116 . 377-387

Callejón-Ferre A.J., Velázquez-Martí B., Lopez-Martinez J.A., Manzano-Agugliaro F. 2011. Greenhouse crop residues: Energy potential and models for prediction of their higher heating value. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(2): 948-955

Callejón-Ferre A.J., López-Martínez J. A. 2009. Briquettes of plant remains from the greenhouses of Almería (Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(3). 525-534.

Demirbas M.F. 2009. Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review. *Applied Energy*. 86, S151-S61. doi:10.1016/j.apenergy.2009.04.043

Demirbas A.H., Demirbas I. 2007. Importance of rural bioenergy for developing countries. *Energy Conversion and Management*. 48, 2386-2398.

Estornell J., Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D., Fernández-Sarria A. 2014. Estimation of wood volume and height of olive tree plantations using airborne discrete-return Lidar data. *GIScience & Remote Sensing* 51(1): 17-29

Estornell, J., Ruiz, L.A., Velázquez-Martí, B., Hermosilla, T. 2012a. Estimation of biomass and volume of shrub vegetation using LiDAR and spectral data in a Mediterranean environment. *Biomass and Bioenergy* 46: 710 - 721.

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Hermosilla T. 2012b. Assessment of factors affecting shrub volume estimations using airborne discrete-return LiDAR data in Mediterranean areas. *Journal of Applied Remote Sensing* 6(1): 063544.

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B. 2011a. Study of shrub cover and height using LIDAR data in a Mediterranean area. *Forest Science* 57(3): 171-179.

Estornell J., Ruiz L.A., Velázquez-Martí B., Fernández-Sarria A. 2011b. Estimation of shrub biomass by airborne LiDAR data in small forest stands. *Forest Ecology and Management* 262: 1697-1703.

Fernández -González E. 2010. Analysis of the processes of residual biomass production from Mediterranean fruit trees cultivations. Quantification and harvesting. Doctoral Thesis. Department of Mechanization and Agrarian Technology. Universidad Politécnica de Valencia.

Fernández-Sarria A, Velázquez-Martí B., Sajdak M., Martínez L., Estornell J. 2015. Residual biomass calculation from individual tree architecture using terrestrial laser scanner and ground-level measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 93, 90-97.

Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S., Velázquez-Martí B., Niño-Ruiz Z., Domínguez-Narvaez V. 2015. Dendrometric characterization of corn cane residues and drying models in natural conditions in Bolívar Province (Ecuador). *Renewable Energy* 86: 746-750. Doi: /10.1016/j.renene.2015.09.009

Khan, A.A, Jonga, W.D., Jansens, P.J., Spliethoff, H. 2009. Biomass combustion in fluidized bed boilers: potential problems and remedies. *Fuel Processing Technology*. 90, 21-50. doi:10.1016/j.fuproc.2008.07.012

Manzano-Agugliaro F., Alcayde A., Montoya F.G., Zapata-Sierra A., Gil C. 2013. Scientific production of renewable energies world wide: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 18(1), 134-143, doi:10.1016/j.rser.2012.10.020

Obenberger, I., Brunner, I., Barntraier, G. 2006. Chemical properties of solid biofuels-significance and impact. *Biomass and Bioenergy*. 30, 973-982. doi: 10.1016/j.biombioe.2006.06.011.

Pardao, J.M., Díaz, I., Raposo, S., Manso, T., Lima-Costa, M.E., Panagopoulos, T., Vaz, T.N., Antunes, M.D.C. 2008. Sustainable bioethanol production using agro-industrial by-products. *New aspects of energy, environment, ecosystems and sustainable development*, pt 1. 142-153

Saidur R, Abdelaziz EA, Demirbaş A, Hossain MS, Mekhilef S. A review on biomass as a fuel for boilers. *Renew Sust Energy Rev* 2011;15:2262-89, doi:10.1016/j.rser.2011.02.015.

Sajdak M, Velázquez-Martí B. 2012. Estimation of pruned biomass through the adaptation of classic dendrometry on urban forest: case study of *Sophora japonica*. *Renewable energy* 47: 188-193.

Sarris, D., Matsakas, L., Aggelis, G., Koutinas, A.A., Papanikolaou, S. 2014. Aerated vs non-aerated conversions of molasses and olive mill wastewaters blends into bioethanol by *Saccharomyces cerevisiae* under non-aseptic conditions. *Industrial crops and products*. 56, 83-93. doi:10.1016/j.indcrop.2014.02.040

Telmo C., Lousada J., Moreira N. 2010. Proximate analysis, backwards stepwise regression between gross calorific value, ultimate and chemical analysis of wood. *Bioresource Technology*. 101, 3808-3815. doi:10.1016/j.biortech.2010.01.021.

Vargas-Moreno J.M., Callejón-Ferre A.J., Pérez-Alonso J., Velázquez-Martí B. 2012. A review of

the mathematical models for predicting the heating value of biomass materials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16: 3065–3083.

Vassilev, S.V., Baxter, D., Andersen, L.K., Vassileva, C.G. 2010. An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*. 89, 913-933. doi: 10.1016/j.fuel.2009.10.022

Velázquez-Martí B., Pérez-Pacheco S., Gaibor-Chávez J., Wilcaso P. 2010a. Modeling of Production and Quality of Bioethanol Obtained from Sugarcane Fermentation Using Direct Dissolved Sugars Measurements. *Energies* 9 (5), 319. doi:10.3390/en9050319

Velázquez-Martí B., Gaibor-Chávez J., Pérez-Pacheco S. 2016b. Quantification based on dimensionless dendrometry and drying of residual biomass from the pruning of orange trees in Bolívar province (Ecuador). *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 10: 175–185. doi: 10.1002/bbb.1635

Velázquez-Martí B., López-Cortés I., Salazar D.M. 2014a. Dendrometric analysis of olive trees for wood biomass quantification in Mediterranean orchards. *Agroforestry Systems*, June 2014:1-11

Velázquez-Martí B., Sajdak, M., López-Cortés, I., Callejón-Ferre, A.J. 2014b. Wood characterization for energy application proceeding from pruning *Morus alba* L., *Platanus hispanica* Münchh. and *Sophora japonica* L. in urban areas. *Renewable Energy* 62, 478-483. doi:10.1016/j.renene.2013.08.010

Velázquez-Martí B., Sajdak M., López-Cortés I. 2013. Available residual biomass obtained from pruning of *Morus alba* L. trees cultivated in urban forest. *Renewable Energy* 60: 27-33.

Velázquez-Martí, B., Estornell, J., López-Cortés, I., Martí-Gavila J. 2012a. Calculation of biomass volume of citrus trees from an adapted dendrometry. *Biosystems Engineering* 112(4), 285-292. doi:10.1016/j.biosystemseng.2012.04.011

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Callejón-Ferre A.J., Estornell J. 2012b. Mechanized methods for harvesting residual biomass from Mediterranean fruit tree cultivations. *Scientia Agricola* 69 (3): 180-188.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011a. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of vineyards in Mediterranean area. *Biomass and Bioenergy* 35(3): 3453-3464.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011b. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy* 35(2): 3208-3217.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., López-Cortés I., Salazar-Hernández DM. 2011c. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean almond groves. *Renewable Energy* 36: 621-626.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E. 2010a. Mathematical algorithms to locate factories to transform biomass in bioenergy focused on logistic network construction. *Renewable Energy* 35(9): 2136-2142.

Velázquez-Martí B., Fernández-González E., Estornell J., Ruiz L.A. 2010b. Dendrometric and dasometric analysis of the bushy biomass in Mediterranean forests. *Forest Ecology and Management* 259: 875-882.

Velázquez-Martí B., Anneveink E. 2009. GIS application to define biomass collection points as sources for linear programming of delivery networks. *Transactions of ASABE* 52(4): 1069-1078.

Velázquez-Martí B., Fernandez-Gonzalez E. 2009. Analysis of the process of biomass harvesting with collecting-chippers fed by pick up headers in plantations of olive trees. *Biosystems engineering* 103(4): 184-190.

Yin C. Y. 2011. Prediction of higher heating values of biomass from proximate and ultimate analyses. *Fuel*. 90, 1128-1132. doi:10.1016/j.fuel.2010.11.031.

Yu, M.H., Li, J.H., Chang, S., Du, P., Li, S.Z., Zhang, L., Fan, G.F., Yan, Z.P., Cui, T., Cong, G.T., Zhao, G. 2014. Optimization of Ethanol Production from NaOH-Pretreated Solid State Fermented Sweet Sorghum Bagasse. *Energies*. 7, 4054-4067. doi:10.3390/en7074054

Yu, S. S., Wu, C. Y., Wang, S. Z., Hu, M. J. 2011. The Actualities and Prospects of Ultrasound-based Pattern Recognition in Crop Feature Extraction. *Mechanical Industrial and Manufacturing Engineering*. 94-98.

Zhang L., Xu C., Champagne P. 2010. Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass. *Energy Conversion and Management*. 51, 969-982. doi:10.1016/j.enconman.2009.11.038

o. DECLARACIÓN FINAL

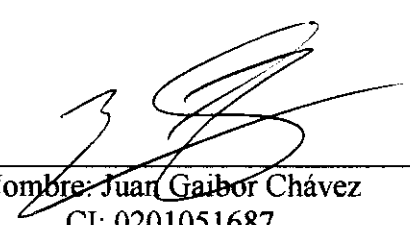
El Grupo de investigadores, representado por el Director del Proyecto, de forma libre y voluntaria declaran lo siguiente:

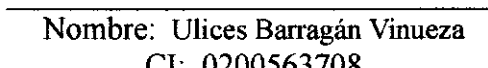
- Que el proyecto descrito en este documento es una obra original, cuyos autores forman parte del Grupo de Investigación de la Biomasa - UEB", por lo tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en el caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la UEB de cualquier acción legal que se derive por este causal.
- Que el presente proyecto no causa perjuicio alguno al ambiente y no transgrede norma ética alguna, y que en el caso de que la investigación requiera de permisos previo a su ejecución, el Director del Proyecto remitirá una copia certificada de los mismos a la UEB.
- Que este proyecto no ha sido presentado por ningún grupo de investigadores, de otras unidades académicas de la universidad, para el financiamiento del presupuesto solicitado a la UEB. El incumplimiento de este acuerdo será causal para que el proyecto no sea financiado o para la terminación anticipada unilateral del convenio firmado con la UEB.
- De otorgarse financiamiento por la UEB para la ejecución del proyecto, aceptamos que los bienes adquiridos con estos fondos permanecerán bajo la responsabilidad del grupo postulante durante la ejecución del proyecto, pero el Departamento de Investigación de la UEB se reserva el derecho de determinar el destino final de los mismos, una vez finalizado el proyecto.
- Aceptamos que si el proyecto se accede a financiamiento de la UEB y como parte de los resultados del mismo se genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán compartidos por la UEB, el grupo postulante, y la(s) instituciones que compartieron la investigación, en los términos definidos en el respectivo convenio específico.

Como Centro de I+D+i Ambiente y Gestión de Riesgos, el Grupo de Estudios de la Biomasa nos comprometemos que desde que es aprobado el proyecto, presentar a la culminación del mismo 2 Artículos Científicos.

Lugar: Guaranda,

Fecha: 30-01-2017


Nombre: Juan Gaibor Chávez
CI: 0201051687


Nombre: Ulices Barragán Vinuesa
CI: 0200563708

Director del Proyecto

**Representante Legal de la
Institución Beneficiaria**

ANEXOS

NOTA: Los tres Anexos al Formulario para Presentación de Proyectos de I+D+i constan en un archivo formato Excel con el título "ANEXOS Formulario de Proyectos". Una vez que los Anexos hayan sido completados en el archivo Excel, debe imprimirlos y adjuntarlos al Formulario de Presentación de Proyectos de I+D+i..

MATRIZ MARCO LÓGICO

Proyecto: Perfil termotécnico de la biomasa residual de tres especies vegetales de la provincia Bolívar como fuente de energía renovable

Director: Ing. Juan Galber

ANEXO 1

HIERARQUÍA DE OBJETIVOS	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<p>Objetivo superior o finalidad: Contribuir a la eficiencia energética y las energías renovables en el marco del cambio de matriz productiva.</p>	<p>Hasta 2018, se han incrementado el número de iniciativas orientadas al uso de energía renovable en el Ecuador.</p>	<p>Documentos de proyectos e iniciativas en el aprovechamiento de energías alternativas. Publicaciones científicas profesionales.</p>	<p>El proyecto es de interés y prioridad nacional en el marco del objetivo 2.3 del Plan Nacional del Buen Vivir.</p>
<p>Propósito: Análisis del aprovechamiento termotécnico de la biomasa residual de la poda del álamo (<i>Populus alba</i> sp. boianna).</p>	<p>Hasta el 2018 se habrá generado un banco de datos sobre las características energéticas de los residuos de biomasa del álamo (<i>Populus alba</i> sp. boianna).</p>	<p>Base de datos generada y disponible en la página WEB de la red ECUMASA, y en la página WEB del Departamento de Investigación de la UEB.</p>	<p>Se dispone del talento humano con pleno conocimiento del tema, equipos apropiados para la realización del estudio, y, suficientes recursos económicos.</p>
<p>Objetivos:</p> <p>Objetivo 1. Realizar una caracterización dendrométrica de la especie en la Provincia Bolívar.</p>	<p>Se cuenta con 1 proyecto ADSIDCO (CPV) para la asesoría en la realización del estudio.</p> <p>Se cuenta con la metodología desarrollada para la realización del estudio hasta agosto del 2017.</p> <p>Se cuenta con datos que permiten estimar confiablemente la biomasa residual de la poda del álamo hasta diciembre del 2017.</p> <p>Se cuenta con datos georeferenciados de álamo y la biomasa generada, y presentados en cartografía básica hasta diciembre del 2017.</p>	<p>Reportes de laboratorio según tipo de análisis.</p> <p>Protocolos desarrollados para los diferentes equipos disponibles en físico y virtual en el Laboratorio de Biomasa.</p> <p>Reportes de laboratorio.</p>	<p>Se dispone de recursos económicos y talento humano debidamente capacitado.</p> <p>El equipo de investigador del Centro de Estudios de la Biomasa (CEB) están plenamente capacitados.</p>
<p>Objetivo 2. Relacionar las variables dendrométricas con los residuos generados a través de modelos predictivos para su inventarización y cuantificación.</p>	<p>Se cuenta con 1 informe hasta diciembre del 2017 donde se da a conocer la relación de las variables dendrométricas de los residuos generados.</p> <p>Se cuenta con 1 modelo matemático predictivo desarrollado por el equipo del proyecto con fines de inventarización y cuantificación hasta diciembre del 2017.</p>	<p>Mapa elaborado en sistemas de información geográfica disponibles en la URL de la UEB y de la Red Ecumasa.</p> <p>Reportes de laboratorio. Reportes en la página web de la red ECUMASA y en la página WEB del Departamento de Investigación de la UEB.</p>	<p>La metodología es apropiada para el desarrollo del estudio.</p>
<p>Objetivo 3. Determinar su poder calorífico, densidad del residuo, densidad a granel.</p>	<p>Se cuenta con 1 informe donde se da a conocer el poder calorífico, densidad del sólido y densidad a granel hasta marzo del 2018.</p>		
<p>Objetivo 4. Realizar análisis elemental de los muestros; en C, H, N, S, O, Cl, S, O, Cl.</p>	<p>Se cuenta con 1 informe de los contenidos de C, H, N, S, O, Cl, de la biomasa residual de álamo hasta diciembre del 2017.</p>		
<p>Objetivo 5. Realizar análisis proximal: Contenido de volátiles, Contenidos en cenizas, Carbono fijo, humedad inicial y su evolución mediante secado natural en distintas condiciones.</p>	<p>Se cuenta con un informe del análisis proximal y de su evolución mediante secado natural y en distintas condiciones hasta abril del 2018.</p>	<p>Reportes de laboratorio. Reportes en la página web de la red ECUMASA y en la página WEB del Departamento de Investigación de la UEB.</p>	<p>Se dispone de las metodologías necesarias para la realización de los análisis. Se dispone del analizador de fibra para poder realizar el análisis estructural. Se encuentra funcionando el Centro de Estudios de Biomasa (CEB), como también funcionando el laboratorio de Análisis Instrumental.</p>

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Objetivo 6. Realizar análisis estructural. Contenido en celulosa, lignina y hemicelulosa	Se cuenta con 1 análisis de la composición estructural hasta marzo del 2018		
Objetivo 7. Desarrollar modelos que relacionan el poder calorífico con la composición elemental, proximal y estructural	Se cuenta con 3 modelos que relacionan el poder calorífico con la composición elemental, proximal y estructural hasta marzo del 2018	Reportes de laboratorio. Reportes en la página web de la red ECUANASA y en la página WEB del Departamento de Investigación de la UIB.	
Objetivo 8. Realizar un análisis termogravimétrico orientado a evaluar la aptitud para tecnologías de pirólisis-gasificación.	Se cuenta con un informe donde se da a conocer el análisis termogravimétrico orientado a evaluar la aptitud para la tecnología de pirólisis-gasificación hasta abril del 2018		
Actividades			
Componente 1: Realizar una caracterización elemental de la especie en la Provincia Bolívar.			
Actividad 1.1. Determinación de la metodología a ser aplicada	0,00		
Actividad 1.2. Recopilación de información, estimación de la biomasa residual agrícola, recogida de material a ser analizado.	1.200,00		
Actividad 1.3. Elaboración de cartografía de referencia	0,00		
Componente 2: Relacionar las variables dependientes con los residuos generados a través de modelos predictivos útiles para inventarización y cuantificación			
Actividad 2.1. Establecimientos de las variables dependientes.	0,00		
Actividad 2.2. Desarrollo de modelos predictivos para la inventarización y cuantificación.	0,00		
Componente 3: Determinar su poder calorífico, densidad del sólido, densidad a granel.			
Actividad 3.1. Establecimientos de la metodología y protocolos para la realización de los análisis.	1.000,00		
Actividad 3.2. Realización del análisis para la determinación del poder calorífico, densidad del sólido y densidad a granel.	2.000,00		
Actividad 3.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0,00		
Componente 4: Realizar análisis elemental de los residuos en C, H, N, S, O, Cl.			
Actividad 4.1. Establecimientos de la metodología y protocolos para la realización de los análisis.	1.000,00		
Actividad 4.2. Realización del análisis para la determinación elemental de la biomasa en C, H, N, S, O, Cl.	8.000,00		
Actividad 4.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0,00		
Componente 5: Realizar análisis proximal: Contenido de volátiles, Carbono fijo, humedad inicial y su evolución mediante secado natural en diferentes condiciones.			
Actividad 5.1. Establecimientos de la metodología y protocolos para la realización de los análisis.	1.000,00		
Actividad 5.2. Realización del análisis para la determinación de volátiles, carbono fijo, humedad inicial y su evolución en secado natural.	1.200,00		
Actividad 5.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0,00		

HIERARQUÍA DE OBJETIVOS	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Componente 6: Realizar análisis estructural: Cuentas de celulares, firmas y huellas dactilares			
Actividad 6.1. Establecimientos de la metodología y protocolos para la realización de los análisis	1,000.00		
Actividad 6.2. Realización del análisis para la determinación de la composición estructural en celulares, firmas y huellas dactilares.	6,000.00		
Actividad 6.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0.00		
Componente 7: Desarrollar modelos que colaboren al poder cuantitativo con la representación elemental, proximal y estructural			
Actividad 7.1. Establecimientos de los modelos	0.00		
Actividad 7.2. Desarrollo de los modelos.	0.00		
Actividad 7.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0.00		
Componente 8: Realizar un análisis teragrafométrico orientado a evaluar la aptitud para tecnologías de pirólisis-oxidación.			
Actividad 8.1. Establecimientos de la metodología y protocolos para la realización de los análisis.	2,000.00		
Actividad 8.2. Realización del análisis teragrafométrico de la muestra.	6,000.00		
Actividad 8.3. Sistematización, análisis de los resultados obtenidos en la investigación.	0.00		
Actividad 8.4. Publicación de los resultados de la especie analizada.	1,200.00		
Total			31,600.00

Anexo No. 4

Proyecto: Perfil termoquímico de la biomasa residual de tres especies vegetales de la provincia Bolívar como fuente de energía renovable

Director: Ing. Juan Gaibor

RUBROS	APORTES UEB		APORTE OTRAS INSTITUCIONES (Universidad Politécnica de Valencia)		TOTAL
	EFECTIVO	Año 1	EFECTIVO	Año 1	
1. Remuneración recursos humanos (Director, Investigadores, asistente de investigación)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2. Viajes Técnicos	400.00	400.00	0.00	0.00	400.00
3. Capacitación (cursos, seminarios)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4. Equipos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5. Recursos Bibliográficos y Software.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Materiales y Suministros	15,340.00	15,340.00	2,000.00	2,000.00	17,340.00
7. Transferencia de resultados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8. Subcontratos y servicios	600.00	600.00	6,000.00	6,000.00	6,600.00
Total	16,340.00	16,340.00	8,000.00	8,000.00	24,340.00
Porcentajes %	67	67	33	33	100