

Uso Dual de Paja de Caña de Azúcar en Usina de Co-Generación de Energía, Goianésia, Estado de Goiás, Brasil

ELIAS ALVES DE SOUZA

Mestre em Estudos Ambientais pela Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales / UCES. Argentina
Biólogo & Professor de Ciências, coordenador Pedagógico da Fundação Jalles Machado.
Goianésia, Estado de Goiás. Brasil

EDUARDO AUGUSTO RICARDO

Bacharel em Ciências Biológicas | Universidade Estadual de Goiás/ UEG
Pós-Graduação em Imunologia e Microbiologia | Faculdade Única de Ipatinga.
Goianésia, Estado de Goiás. Brasil

SEBASTIAO FERREIRA LISBOA NETO

Mestre em Ciência e Meio Ambiente
Universidade Federal do Pará – UFPA
Belém. Estado do Pará, Brasil

Resumen

Enel Brasil el uso racional de los recursos energéticos está movilizando a los diferentes sectores sociales a hacerun uso más responsable y conservacionista de laenergía. La caña de azúcaresun claro ejemploen este sentido, ya que lamecanización de lacolecta y lasleyes que restringenlaquema de lapajaenloscañaveralesforzó a las usinas a repensar lasestrategiasdel manejo de lacrecientecantidad de pajadisponibleenel campo. Para larealización de este documento se llevó a cabo elestudiodel diferente material bibliográfico disponible para ser contrastado conlasinformacionesprovistas por la empresa Jalles Machado S/A encuanto a losprocedimientos y criterios adoptados por ellos para el manejo de lapaja de caña de azúcar, mezclada al bagazo resultante delproceso de fabricación de azúcar y alcohol, como un importante combustible para alimentar y, así incrementar, el poder calorífico enlascalderas. Con todo eso, se pretende mostrar que lapráctica adoptada permitió que se produzcaun incremento significativo enlaproducción de energía eléctrica lo que posibilita que el excedente de todo este procesosea exportado al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Por tal motivo, fue comparada la diversa bibliografiadisponible tanto en material impreso como digital conprácticas que realiza la empresa para lacolecta, picado de lapaja, molienda de lacaña para, entre otros y dentro de las capacidades técnicas y de infraestructura de las usinas, demostrar que lamezcla de estas dos biomosas, 20% de paja y 80% de bagazo, representan una importante ventaja para las usinas que adoptaron y/o piensan adoptar esta fuerterenovable de energía.

Palabras Clave: Paja de caña de azúcar. Energía. Bagazo.

INTRODUCCIÓN

Los requisitos nacionales actuales e internacionales en relación de las emisiones de contaminantes definidos en diversos tratados de cooperación (Ripoli; Ripoli, 2009, p. 14) y las propias necesidades de optimización de los propios procesos productivos convergen a un aumento de la mecanización de las plantaciones de caña de azúcar. La mecanización ha dado lugar a un subproducto en los cultivos de caña de azúcar, que no existía en la época en que se producía la quema de cultivos (Ripoli; Ripoli, 2009, p. 333): la paja de caña.

Este subproducto se compone principalmente de los punteros y hojas y posee entre el 25% y 30% del total de la energía de la planta (Braunbeck, Cortez, 2004, p. 66) son los residuos que hasta ahora carecían de importancia. En el contexto actual estos residuos necesitan un destino final más responsable, en este caso, es común utilizarlo como abono para el suelo y/o materia prima para los hornos de los propios ingenios.

En este escenario de mecanización se ajusta este estudio que buscará analizar los impactos de la utilización simultánea de la paja de la caña de azúcar, que sirve como forraje para las áreas cosechadas y su uso para complementar el material que se quema junto con el bagazo de caña de azúcar para la generación de energía eléctrica.

Este trabajo presenta un levantamiento de la conducta adoptada por los productores mundiales más importantes de caña de azúcar y la forma en que están haciendo uso de los desechos sólidos de la caña, así como la presentación de los números relativos a la elaboración de azúcar y etanol con la intención de mostrar este escenario de grandes posibilidades, oportunidades e innovaciones, lo que permitirá descubrir alternativas más eficientes y lucrativas para la agroindustria de la caña de azúcar.

En este sentido, la presentación de posibilidades, oportunidades e innovaciones, este trabajo pretende analizar los impactos de la utilización simultánea de la paja de la caña de azúcar, que sirve como forraje para las áreas cosechadas y su uso como material combustible en la cogeneración de energía en sustitución (o complementación) al bagazo de la caña de azúcar en dos usinas instaladas en la región del cerrado del estado de Goiás.

Ambas tienen plantas de producción con características muy diferentes. Una, más moderna puesta en funcionamiento en 2011, diseñada para la producción y cogeneración de electricidad y etanol, la Unidad Otávio Lage (UOL) Ilustración 2. Ese proyecto más moderno posibilita espacio para almacenar y más tarde procesar paja de caña y bagazo de caña para ser utilizados en los hornos para la producción de energía eléctrica. La otra, más antigua, en funcionamiento desde 1980, con el propósito de producir azúcar y etanol, la Unidad Jalles Machado (UJM) Ilustración 1. Vale aclarar que, en el año 2000, poco menos de dos décadas, la UJM comenzó a utilizar el bagazo y

la paja de caña para la producción de energía eléctrica para abastecer su propia producción y vender el excedente al Sistema Eléctrico Brasileño. Actualmente esta última unidad produce detergentes, alcohol en gel y levaduras. Estas dos Unidades pertenecientes a un mismo grupo se diferencian en cuanto a su estructura física y algunos productos como fue mencionado anteriormente, pero ambas comparten las mismas tecnologías y métodos para la siembra, cultivo, cosecha y transporte de materias primas.

EL ESCENARIO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

La producción de caña de azúcar alcanzó, en 2008, los 110,711 millones de toneladas, llegando a elaborar 13,697 millones de toneladas de azúcar. En comparación con 2001/2002, la producción aumentó en un 47,87%, la producción total de caña de azúcar creció en un 79,54%, el rendimiento de caña por hectárea en un 21,26% y la producción anual de azúcar 83,12%.

En diciembre de 2001, el Consejo chino de Estado lanzó el “Plan de Desarrollo de Alimentos y Nutrición” (2001-2010). Este plan tenía como objetivo aumentar la ingesta de azúcar en 9 kg por persona en 2010, lo que equivale a un total de 12 millones de toneladas de azúcar blanco. Antes de 2000, el consumo de azúcar en China promedió alrededor de 8 millones de toneladas anuales, aumentando a 10 millones de toneladas en 2003 y 11,4 millones de toneladas en 2004.

En la ilustración 6 se puede observar que la mayor área de producción de caña de azúcar en China se encuentra en las provincias de Guangxi, Yunnan, Guangdong, Hainan, Fujian, Taiwán, Zhejiang, Sichuan, Guizhou, Hunan y Jiangxi. Antes de finales de los años ochenta, las zonas costeras del sureste de China, como Guangdong y Fujian, eran las principales zonas productoras de caña de azúcar. Desde entonces, su cultivo se desplazó gradualmente hacia el oeste donde existe hoy en día una producción más sostenible. En la temporada 2007/2008, se produjeron en Guangxi 9,37 millones de toneladas de azúcar, equivalente al 68,5% de la producción total de azúcar, convirtiéndolo en el mayor productor de China. Yunnan produjo 2,163 millones de toneladas, lo que equivale al 15,8% de la producción total, lo que la transformó en la segunda mayor. La tercera más grande fue en el oeste de Guangdong con un total de 1.454 millones de toneladas por año. La producción combinada de azúcar de estas tres provincias representó el 94,8% de la producción total en China.

En 2006-2007, China disponía con 212 ingenios azucareros, de los cuales el 90% estaban distribuidos en Guangdong, Guangxi y Yunnan. Estos fueron capaces de procesar 780.000 toneladas de caña por día, un 18,2% más que la capacidad de principios de este siglo.

De 1996 a 2007, el consumo de azúcar en China aumentó de 7,8 millones a 13,4 millones de toneladas, con un aumento anual de 0,46 millones

de toneladas. Por lo que, en base de esta tasa, la demanda interna de azúcar llegará a 17 millones de toneladas en 2015, de los cuales 13 millones de toneladas vendrán de caña de azúcar, 2,5 del maíz y 1,5 de remolacha azucarera. Se prevé que para el año 2015 el área total de caña sería de alrededor de 1,6 millones de hectáreas, rendimiento de caña de 75 toneladas por hectárea y, con un rendimiento total de 12 Millones de toneladas.

El concepto de etanol diversificado es muy popular. El costo del etanol es de \$ 0.25/L en Brasil, \$ 0.50/L en USA, y \$ 0.50/L en China. El etanol a 0,50 \$/litro es más rentable y económico que la gasolina a 70 dólares por barril en el mercado. En el sur de China, la caña de azúcar no compite con los cultivos de granos por tierra y agua. En Yunnan, Guangxi, Guangdong, Fujian y Hainan, existen alrededor de 0,67 millones de hectáreas de tierra que se pueden utilizar para cultivar caña de azúcar energética que podrían producir 5,88 millones de toneladas de sacarosa o 3,84 millones de toneladas de etanol. Siendo beneficioso para el medio ambiente porque reduciría la contaminación causada por los automóviles. El desarrollo de la industria del etanol de caña de azúcar optimizaría la estructura de producción de la industria de la caña de azúcar, estabilizando las áreas productoras de caña de azúcar y aumentando las oportunidades de empleo y los ingresos de los agricultores.

La industria azucarera china produce anualmente 4,40 millones de melaza, que pueden utilizarse para producir 800.000 toneladas de etanol. También produce 26,57 millones de toneladas de bagazo con un 50% de contenido de agua. El bagazo puede utilizarse para producir 8 millones de toneladas de pasta de papel o abastecer a una central eléctrica para producir de 1600 MW a 11.200 millones de kW/h de energía verde anual. La celulosa y hemicelulosa del bagazo son materias primas de alta calidad que tienen uso industrial para producir etanol para ser utilizado de combustible.

En los próximos 5 años, las principales tareas en China para la investigación y el desarrollo de la caña de azúcar serán:

a) Selección de nuevas variedades de caña de azúcar con alto rendimiento, calidad óptima, resistencia a enfermedades y plagas, fuerte capacidad de retoque para las áreas dominantes de cultivo de caña de azúcar; Esto es imprescindible para resolver los problemas actuales en cuanto a producción, mejorar los periodos de maduración, aumentar el rendimiento de azúcar, mejorar las carencias en la mano de obra rural, combatir la falta de maquinaria, las enfermedades y plagas severas, los efectos de los pesticidas tóxicos en el medio ambiente y los altos costos de producción.

b) Un sistema de tecnologías de producción incluyendo mecanización, manejo de fertilizantes de agua, enfermedades y control de plagas, junto con más variedades de caña con una amplia gama de periodos de maduración. Los ensayos y demostraciones de producción en grandes áreas con estas

tecnologías deben realizarse en diferentes regiones ecológicas, desde las cuales se formaría un sistema de producción práctico con alta eficiencia y bajo costo.

c) Desarrollo y demostración de técnicas sobre eficiencia en el uso del agua, sistemas de maquinaria de recolección e integración de cultivos y variedades

d) Investigación desde el punto de vista de la industria azucarera frente al desafío de las crecientes presiones de población, recursos y medio ambiente.

Antama (2014) afirma que las cantidades bajas de potasio son uno de los grandes problemas para cultivar caña de azúcar, para ello se están desarrollando variedades de caña alteradas genéticamente que pueden crecer en tierras con bajos índices de potasio.

Esa investigación se inició a partir de los genes *cbl9* y *cipk23* que activan el gen *akt1* que controla el canal que se encarga de absorber el potasio desde las raíces, las plantas transgénicas en observación desarrollaron raíces más largas que, en condiciones de bajo potasio, para absorber este elemento químico desarrollándose más altas y con un peso seco mayor que si hubiesen sido convencionales, esto demuestra que la adaptación fue buena.

BIOMASA

Según ORNELLAS, 2006, y PUENTES, 2015 la biomasa fue el primer combustible utilizado por el hombre, luego de dominar el arte de producirla y encenderla para tirarla en algo. El primer combustible para mantenerla encendida fueron las hojas secas y la madera que encontraba en grandes cantidades en los campos y bosques que exploraban y/o vivía. A medida que el hombre se desarrollaba, sus demandas energéticas también se ampliaban, y eso lo obligó a buscar otras fuentes más eficientes para la producción de energía, pero sin abandonarla definitivamente.

Se considera biomasa a toda materia que logre fijar energía por diferentes procesos metabólicos. De todos estos procesos lo que más produce biomasa es la fotosíntesis, pues las moléculas que componen los vegetales acumulan energía química a lo largo de su desarrollo. Son una fuente con baja concentración de energía, siendo necesaria una cantidad mayor para un buen rendimiento térmico (Molina Jr. y Romanelli, 2015).

Según la AEFECC, (2015) se puede catalogar a la biomasa de diferentes formas:

A) Biomasa natural

La biomasa energética forestal, segundo (Santos, 2013), se encuentra inicialmente en bosques en estado natural: hojas, ramas y troncos secos; Reforestaciones específicas para este interés son comunes en todo el mundo especialmente en forma de eucaliptos y pinos, en estos

casos se obtiene: leña, carbón vegetal, residuos de madera y licor negro. Si hubiese una recolección inadecuada de esta biomasa en los bosques naturales, se promueve la destrucción de biomas.

B) Biomasa agrícola

Son productos y sub productos de plantaciones no forestales, en especial de cultivos de: soja, arroz, caña de azúcar, maíz y otros.

C) Biomasa de residuos agrícolas

En el proceso de obtención de gas metano, entre otros, surgió del aprovechamiento de desechos de los procesos agropecuarios: bagazo y, recientemente, paja de caña de azúcar en las usinas sucroalcoholeras, paja y cáscaras de arroz, estiércol de rumiantes en el proceso de obtención de gas metano, entre otros.

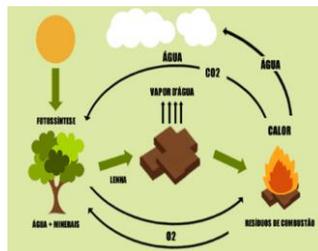
D) Biomasa de residuos industriales

Reutilización de los residuos sólidos y líquidos del sector industrial. La industria sucroalcoholera utiliza la vinaza (líquido resultante del proceso de preparación del caldo de la caña de azúcar) la torta de filtro (sólido obtenido del filtrado de residuos del caldo de la caña de azúcar) como fertilizante natural para sus propias labranzas.

E) Biomasa de residuos urbanos

La reutilización de residuos orgánicos y secos producidos en una ciudad se utilizan para la producción de gases que alimentan las calderas de biogeneradores.

Por su característica renovable la biomasa es extremadamente atractiva, principalmente por garantizar un sistema cíclico de utilización de recursos, conforme la ilustración. Este ciclo, de intervalos cortos para prácticamente todas las cosechas comúnmente cultivadas por el hombre (arroz, maíz, caña de azúcar), asegura que la energía de ese proceso no altere el sistema y lo mantenga.



Fuentes alternativas de energía

Fuente: CAET (2017)

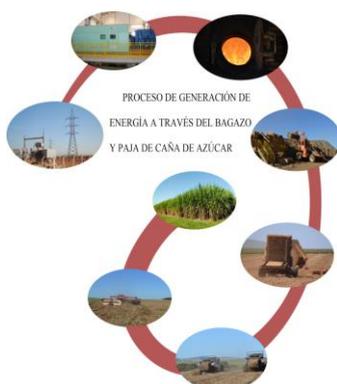
EL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La UOL cuenta con 2 turbinas, una de contrapresión que puede generar 140 toneladas de vapor / hora que llegan a producir 23 MW/h de energía eléctrica

y otra turbina de condensación que puede generar 40 toneladas de vapor/hora que producen 10 MW/h de energía eléctrica, Las dos, en conjunto, consiguen producir 180 toneladas de vapor / hora generando 33 MW/h de energía eléctrica. En la UOL, por cada tonelada de biomasa quemada se generan dos toneladas de vapor. En el generador de presión se utilizan tres toneladas de bagazo combinado con paja para producir un megavatio de energía eléctrica, ya en el generador de contrapresión se produce un megavatio por cada dos toneladas de biomasa quemada. La energía eléctrica producida se distribuye en los diferentes componentes de alimentación y se rebaja a 440 voltios, que es el punto de consumo.

En la caldera se quema el bagazo y la paja de caña de azúcar en la proporción de 80% de bagazo y 20% de paja, produciendo 67 kg fuerza por centímetro cuadrado, esa presión hace girar las dos turbinas para la generación de energía mecánica que, en el proceso, se transforma en energía eléctrica, esa energía sirve para ser usada en la usina, en razón de 36 kilovatios / hora por tonelada de caña, o sea 13,32 megavatios/hora, y es usada para alimentar los diferentes equipos eléctricos y electrónicos. El resto, 580 megavatios diarios, es exportado al Sistema Interconectado Nacional, que es un sistema que engloba las cinco regiones del país, controlando y coordinando el sistema de producción y transmisión de la energía eléctrica producida en Brasil. Esta ingente red cuenta con más de cien mil kilómetros (100.000 km) de líneas de transmisión, envolviendo las diversas subestaciones que redistribuyen la electricidad para ser consumida en todo el país.

En la ilustración se puede ver el proceso llevado a cabo en la Unidad Otávio Lage que transforma el bagazo y la caña de azúcar en energía eléctrica, desde la cosecha de la caña de azúcar, el alineado de la paja del campo, su enfadamiento, transporte a la usina, preparado para incinerar, incineración, transformación en energía eléctrica y distribución al SIN.



Proceso de generación de energía de la UOL

Fuente: Jalles Machado S/A

EL CORTE, CARGAMENTO Y TRANSPORTE DE LA CAÑA Y LA PAJA

La UOL y la UJM realizan el corte de la caña en forma mecanizada a través del uso de diversas maquinarias propias como tercerizadas, en cuanto al equipamiento propio, las dos usinas cuentan con 168 aparatos los cuales se detallan a continuación: 6 Tractores AG 4100 4x4, 1 Cargadora Bell, 1 Cargadora Clark 45 C, 11 John Deere CH 570, 34 John Deere 3520, 3 John Deere 5403, 2 John Deere 6600, 7 John Deere 6605, 15 John Deere 7225j, 9 John Deere 7515, 6 John Deere 7715, 6 John Deere 7815, 3 Massey Ferguson 272, 8 Massey Ferguson 275, 1 Massey Ferguson 275 ADV, 1 Michigan 55C, 3 Valmet 885, 40 Valtra BH 200, 5 Valtra BM 125, 1 Volvo L60-E Y 4 Volvo L60-F.

En cuanto al proceso de recogida de la caña, las cortadoras son guiadas por GPS, el cual fue programado basado en los estudios llevados a cabo en cada una de las estancias en relación a sus irregularidades y obstáculos, estos equipos manejan las maquinarias a través del cañaveral para optimizar los tiempos de producción. Las cortadoras, generalmente John Deere, cortan y lanzan la caña de azúcar a un transbordo que es tirado por un tractor de la misma marca. La compactación del suelo se disminuye al utilizar estas maquinarias ya que disponen de neumáticos de alta fluctuación con una anchura de 80 cm y, al mismo tiempo, se evita la entrada de camiones. Los tractores llevan la caña picada hasta los camiones que se encuentran estacionados en los caminos en torno a la plantación y éstos la transportan hasta la usina.

En la Unidad Otávio Lage el parámetro manejado para disminuir los costos operacionales es retirar la paja en el 30% del área de la superficie plantada próxima a la planta teniendo en cuenta si esa área está irrigada o no con aditivos para disminuir los efectos nocivos al suelo cuando se retira el material para ser enfardado.

Los equipos utilizados para alinear, enfardar y transportar la paja se muestran en las ilustraciones.



Paja residual en campo después de la cosecha de la caña de azúcar

Fuente: Jalles Machado S/A

En la ilustración se puede apreciar la paja que queda en el campo luego de la cosecha de la caña de azúcar, las cantidades de este material dependen en gran medida de la zafra y llegan a alcanzar cantidades de 4 a 9 toneladas por hectárea.



Ilustración: Enfardadoras recogiendo la paja y enfardándola

Fuente: Jalles Machado S/A.

LA CANTIDAD DE BIOMASA PRODUCIDA EN LAS USINAS (BAGAZO + PAJA)

El cálculo estimativo de la cantidad de biomasa producida por la UOL se realizó cuantificando los datos suministrados por la empresa sobre el bagazo generado durante las cosechas de 2011 a 2015, las variedades de caña plantada fueron las CTC4, CTC4, CTC9, IAC83-3396, IAC87-3396, IAC87-3396, Es decir, las variedades que tienen un alto rendimiento para la producción de azúcar y alcohol, así como para la producción de energía eléctrica. Para la investigación se analizaron y tomaron como muestra las granjas 83, 502, 522, 523, 530, 537, 540, 542 y 548 con los tipos de suelo cambiolo, latosol, latosol rojo, neosol y plinto, durante los meses cosechados de abril a noviembre. Para determinar la cantidad de paja ideal a recoger del suelo la empresa calculó que es suficiente un 60% de ese material, por qué consideran que debe permanecer en el suelo un 40% de la paja de la caña de azúcar para protegerlo de diversos factores como:

- a) Riesgo de incendio
- b) Aumento de las plagas
- c) Aumento de la necesidad de hidrógeno
- d) Raíces superficiales
- e) Aumento de las impurezas de la materia prima
- f) Demoras de germinación
- g) Disminución de los efectos de los herbicidas
- h) Disminución de la productividad en algunos casos

En la ilustración 21 se puede apreciar la utilización de la paja residual en el campo para aprovechar sus cualidades positivas



Ilustración: Paja residual en el campo

Fuente: Jalles Machado S/A



Ilustración: Conjunto de fardos a la espera de ser transportados a la usina

Fuente: Jalles Machado S/A

LA ENERGÍA DEL BAGAZO VS LA ENERGÍA DEL BAGAZO + PAJA GENERADOS EN LAS USINAS

El contenido de humedad del bagazo y la paja de caña de azúcar se determina en el laboratorio de la planta, siendo en promedio de 10%. Según de las varias literaturas consultadas a priori en este trabajo, el contenido de humedad en la paja oscila de 22% a 46%, por lo que es evidentemente diferente a los porcentajes encontrados en las usinas UJM y UOL que van del 8% al 12% ya que la paja es dejada en el campo para secar y estos porcentajes dependen en gran medida del clima, el tiempo que pasó desde el corte a la cosecha al recogimiento de la paja, entre otros.

Según los datos suministrados por las usinas, anexados al trabajo, la utilización de únicamente bagazo para alimentar las calderas tuvo un aprovechamiento de 180 toneladas de vapor por tonelada de bagazo, en cuanto a la combinación de paja y el bagazo de la caña de azúcar tuvo un importante incremento en el poder calorífico en las calderas, siendo de 10% por tonelada de ambos productos mezclados.

La UOL utiliza, debido a condiciones técnicas como máximo una mezcla, desde 2015, un 20% de paja en 80% de bagazo, los beneficios de la utilización de la paja de caña de azúcar en conjunto con el bagazo para la producción de energía eléctrica fueron notoriamente benéficos, obteniendo 379,1 KWh de energía eléctrica por tonelada de bagazo más paja, en comparación con los 202,6 KWh en la utilización de bagazo únicamente en la

UJM, según los datos suministrados por las propias empresas y mostrados en el gráfico. Estos datos demostraron que el aprovechamiento de paja es sumamente positivo para producir energía eléctrica.

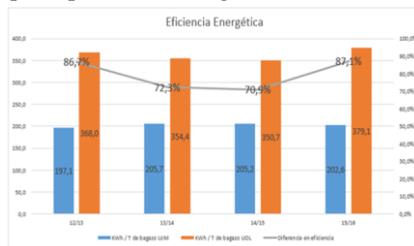


Gráfico: Eficiencia energética

Fuente: Jalles Machado S/A

OBSERVACIONES FINALES

En este Trabajo de Conclusión de Curso se analizó el potencial energético de la paja de caña de azúcar como biomasa energética de alto valor mezclado al bagazo para ser incinerado en las calderas de la Usina Unidad Otávio Lage para generar electricidad a partir de la energía mecánica producida en las turbinas instaladas en este ingenio azucarero tanto como para autoconsumo en planta como para la cogeneración de energía eléctrica contribuyendo con energía renovable al Sistema Interligado Nacional. Se contrastaron la biografía disponible con las prácticas llevadas a cabo en las usinas para la generación de energía eléctrica, el proceso de colecta mecanizada como así también los criterios y métodos de recogimiento de la paja disponible en el campo para ser utilizada junto al bagazo en las calderas que, por las razones técnicas informadas por personal competente de la UOL de las mismas, no puede ser superior al 20% de paja en bagazo, aun así esta combinación de biomasa resultó ser una buena alternativa para aumentar el poder calórico en la caldera de alta presión para la producción más eficiente de energía eléctrica en la usina. Aun teniendo este importante beneficio, la empresa tiene un problema operacional que comienza cuando se adiciona la paja de caña de azúcar, ya que la presión positiva que se produce dentro de la caldera que producen los ventiladores y la salida del aire por las chimeneas en forma de presión negativa un porcentaje de la paja en combustión es succionada dentro del sistema de aire y quema los tubos. En temporadas húmedas sucede algo similar cuando la humedad existente en el bagazo es elevada y se necesita incrementar el flujo de aire para que se produzca la combustión lo que genera una mayor presión negativa en las calderas enviando el bagazo en estado de combustión al sistema de pre-aire. No obstante, los ingenieros de las usinas solucionan estos inconvenientes capacitando a los responsables de las calderas.

Aun así, las Usinas Jalles Machado y Unidad Otávio Lage realizan inversiones para mejorar los procesos necesarios para la utilización de estos dos importantes biocombustibles renovables para la generación de energía eléctrica. En resumidas cuentas, este documento demuestra que el bagazo, considerado por mucho tiempo un residuo sin valor, y debido a las legislaciones brasileras la paja de caña de azúcar se han convertido en uno de los actores que tiene un papel de suma importancia para generar lucros en los ingenios azucareros como así también para mitigar los crecientes problemas energéticos que se producen en los periodos de sequía o en las diferentes crisis de los combustibles clásicos usados para la generación de energía eléctrica (carbón y petróleo entre otros), se puede percibir y demostrar que el uso de la paja es importante para poder incrementar en forma sustancial la producción de electricidad, por lo que es necesario estudiar el uso de nuevas tecnologías que posibiliten aprovechar el valor energético de esta biomasa. Como propuesta para futuros trabajos, analizando las posibilidades económicas y técnicas para su realización, está la elaboración de ración para ganado aprovechando las putas de la caña mezclado al bagazo, como mejorar los procesos logísticos del bagazo y la paja para reducir costos de producción.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANHA, Condorcet; YAHN, Cleide A. (1987). Botânica da cana-de-açúcar. In: Paranhos, Sérgio Bicudo (Coord.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas: Fundação Cargill. p. 03-18.
- BRAUNBECK, Oscar A.; CORTEZ, Luís Augusto Barbosa. (2008). O CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR E O USO DOS RESÍDUOS. In: ROSILLO-CALLE, Frank; BAJAY, Sérgio Valdir; ROTHMAN, Harry. (Orgs.) Uso da biomassa para produção de energia na indústria brasileira. Campinas: Editora Unicamp
- CERRO, E., & Cerro, J. (2006). Azúcar en MERCOSUR. Una visión desde Argentina. In Trabajo presentado en el XIV International Economic History Congress, Helsinki, en Boletín de Relaciones Internacionales (No. 11).
- Department of Food & Public Distribution (for Sugar Production) and Agricultural Statistics (for production and area of Sugarcane) (2016), accesado el 21 de mayo de 2016 e Current Data on Sugarcane Production in India, Recuperado de: <http://www.gktoday.in/blog/current-data-on-sugarcane-production-in-india>
- MOLINA Jr., W. F., Romanelli, T. L. (2015). Recursos energéticos e ambiente. – Curitiba, PR: Intersaberes. p 21-56.
- ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A.A. jan. /Fev. 1994, Adubação nitrogenada em cana-planta: perfilhamento e produtividade agrícola. STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 13, n.3, p. 16-18
- RIPOLI, T. C. C.; Ripoli, M. L. C. (2009). Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Edição dos Autores. p 333.
- Rosillo-Calle, F., Bajay, S. V. (2005), Rothman, H., (organizadores) tradutores: José Dilcio Rocha e Maria Paula G. D. Rocha. Uso da biomassa para produção de energia na indústria Brasileira. – Campinas, SP: Editora Unicamp. Cap. 1, p. 25-67. 2005.