

DOI: <http://dx.doi.org/10.30972/eitt.604405>

Rendimiento económico del bagazo para la producción de pulpa de papel y como combustible.

Economic yield of bagasse for the production of paper pulp and as fuel.

Ing. Ihosvany Valdivies García¹; Ing. Mario Valmaseda Valle²; Dr.Cs. Erenio González Suárez³; Dr. C. Fernando Ramos Miranda⁴

RESUMEN:

• **Problemática:** Cuba tiene muy bajo índice de consumo por habitante, de los diferentes productos del papel, a pesar de contar con grandes potenciales de desechos fibrosos renovables; como el bagazo de la caña de azúcar, del cual, se puede obtener gran cantidad de pulpa, capaz de sustituir gran parte de las importaciones de papel y cartón, que hoy se realizan y crear nuevos renglones exportables de productos, altamente cotizado en el mercado internacional.

• **Objetivo(s):** Definir mediante un estudio comparativo la conveniencia para el país de usar el bagazo de caña de azúcar como materia prima para la producción de papel y pulpa de papel.

• **Metodología:** Para obtener la información necesaria para confeccionar los análisis de esta investigación se accedió a las informaciones que se disponen de proyectos semejantes en el extranjero y en Cuba, y utilizando la información disponible en Internet. Se accedió a las informaciones disponibles en las estadísticas del país y se

¹- Ihosvany Valdivies García. Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas, UEB Cienfuegos. Cuba.
E-mail: ihosvany@cfg.ciiq.cu

²- Mario Valmaseda Valle. Centro de Ingeniería e Investigaciones Químicas, UEB Cienfuegos. Cuba.
E-mail: mario@cfg.ciiq.cu

³- Dr.Cs. Erenio González Suárez. Universidad Central de Las Villas. Cuba.
E-mail: erenio@uclv.edu.cu

⁴- Dr.C. Fernando Ramos Miranda. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
E-mail: fernando@ucf.edu.cu

visitaron las entidades y centros de investigación y universidades relacionados con el tema en cuestión.

- **Resultados y discusión:** Este trabajo dio como resultado que genera más ingresos en divisas al país el uso del bagazo como materia prima para la producción de pulpa de papel que lo que se ahorra en importaciones al utilizarlo como combustible.

- **Conclusiones:**

1. Cada tonelada de bagazo representa un ahorro por concepto de sustitución de importación de combustible de 53.6 USD.

2. Una tonelada de bagazo convertida en pulpa, representa sustitución de importación o ingresos por exportación por 116.7 USD.

Palabras Clave: Bagazo, Pulpa de Bagazo, Combustible.

ABSTRACT:

- **Problematic:** Cuba has a very low consumption rate per inhabitant of different paper products, despite having great potential for renewable fibrous waste; like sugarcane bagasse, from which a large quantity of pulp can be obtained, capable of replacing a large part of paper and cardboard imports, which are now being produced and creating new exportable products, highly valued

in the international market.

- **Objective (s):** Define through a comparative study the convenience for the country of using sugarcane bagasse as raw material for the production of paper and paper pulp.

- **Methodology:** In order to obtain the necessary information to prepare the analyzes of this research, we accessed the information available for similar projects abroad and in Cuba, and using the information available on the Internet. The information available in the country's statistics was accessed and the entities and research centers and universities related to the subject in question were visited.

- **Results and discussion:** This work resulted in the generation of more income in foreign currency to the country, the use of bagasse as raw material for the production of paper pulp than what is saved in imports when used as fuel.

- **Conclusions:**

1. Each ton of bagasse represents a saving for fuel import substitution of 53.6 USD.

2. One ton of bagasse turned into pulp, represents substitution of import or export income for 116.7 USD.

Keywords: Bagasse, Bagasse Pulp, Fuel.

1. Introducción

La fabricación en Cuba de los diferentes productos del papel es muy pobre, a pesar de contar con grandes potenciales de desechos fibrosos renovables; como el bagazo de la caña de azúcar, del cual, se puede obtener gran cantidad de pulpa, capaz de sustituir gran parte de las importaciones de papel y cartón, que hoy se realizan y crear nuevos renglones exportables de productos, altamente cotizado en el mercado internacional. (Morín & Suárez Rivacoba, s. f.)

Dentro de las problemáticas ambientales actuales se encuentra la contaminación que se ha estado generando a escala internacional con la utilización de bolsas plásticas en la comercialización. La tendencia en los últimos años ha estado encaminada a utilizar productos biodegradables en sustitución de las mismas por lo que la producción de papel para envolver se ha venido incrementando de una forma acelerada. («Ampliación de generación eléctrica a partir de biomasa cañera», s. f.)

En la actualidad el bagazo generado en el país se utiliza principalmente para la generación de electricidad ya que es una política del país aumentar la generación eléctrica a partir de fuentes renovables. (Brizuela Herrada & Carvajal Cabo, s. f.)

El objetivo del trabajo es evaluar la

importancia económica o la ventaja, del uso del bagazo, como fuente alternativa de materia prima, para la fabricación de pulpa y papel, en comparación con la práctica actual de quemarlo, para generar electricidad, y con ello resolver el problema de suministro de materia prima de la industria papelera en el país y crear fuente de ingreso mediante la exportación de nuevos renglones.

DESARROLLO

2. Metodología

Para el cumplimiento del objetivo general se reunió la información necesaria para confeccionar los análisis a través de proyectos semejantes en el extranjero y en Cuba, y utilizando la información disponible en Internet. Se accedió a las informaciones disponibles en las estadísticas del país y se visitaron las entidades y centros de investigación y universidades relacionados con el tema en cuestión.

3. Resultados y discusión

Primeramente, se hace un análisis de la situación que presenta el consumo de papel a nivel mundial, por regiones y por países de nuestra región geográfica incluida Cuba, desde 2012 hasta 2016.

Como se puede observar en las **tablas 1 y 2**, el consumo de papel y cartón en Cuba, tiene un per cápita de 9 kg/

Tabla 1. Consumo *per cápita* de papel y cartón a nivel mundial y por regiones. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FAO (Productos Forestales 2016)(«Estadísticas de FAO», 2016).

| Consumo de papel y cartón (Mt/a) y Percápita (kg/a/persona) por regiones. | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|----------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Percápita 2016 |
| Mundial | 397223 | 393185 | 401873 | 403061 | 407332 | 55 |
| África | 7163 | 7559 | 7900 | 8031 | 8265 | 7 |
| América del Norte | 77095 | 74954 | 76054 | 75652 | 75598 | 211 |
| América Latina y el Caribe | 26039 | 26519 | 27049 | 27700 | 27564 | 43 |
| Asia | 188887 | 187937 | 194473 | 196091 | 198550 | 44 |
| Europa | 93465 | 92135 | 92210 | 91441 | 93049 | 125 |
| Oceanía | 4573 | 4080 | 4188 | 4147 | 4306 | 107 |

Tabla 2. Consumo *per cápita* de papel y cartón por países de América Latina y Caribe. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FAO (Productos Forestales 2016)(«Estadísticas de FAO», 2016).

| Consumo de papel y cartón (Mt/a) y Percápita (kg/a/persona) por regiones. | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|----------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Percápita 2016 |
| Argentina | 1854 | 1891 | 1829 | 1979 | 1909 | 44 |
| Bolivia | 89 | 93 | 104 | 100 | 79 | 7 |
| Brasil | 9777 | 9846 | 9824 | 9323 | 9008 | 43 |
| Chile | 1353 | 1350 | 1296 | 1378 | 1324 | 74 |
| Colombia | 1455 | 1469 | 1583 | 1534 | 1543 | 32 |
| Costa Rica | 420 | 452 | 690 | 606 | 538 | 111 |
| Cuba | 73 | 87 | 64 | 89 | 90 | 9 |
| Rep. Dominicana | 368 | 345 | 332 | 341 | 373 | 35 |
| Ecuador | 463 | 448 | 471 | 456 | 479 | 29 |
| El Salvador | 256 | 269 | 264 | 293 | 287 | 45 |
| Guatemala | 458 | 474 | 497 | 499 | 464 | 28 |
| Haití | 13 | 11 | 6 | 7 | 5 | 0 |
| Honduras | 180 | 177 | 178 | 204 | 157 | 17 |
| México | 7497 | 7779 | 7883 | 8402 | 8879 | 70 |
| Nicaragua | 28 | 29 | 28 | 20 | 34 | 6 |
| Panamá | 69 | 62 | 63 | 62 | 56 | 14 |
| Paraguay | 92 | 90 | 106 | 79 | 95 | 14 |
| Perú | 690 | 689 | 973 | 1576 | 1552 | 49 |
| Uruguay | 168 | 166 | 141 | 142 | 137 | 40 |
| Venezuela | 569 | 628 | 558 | 468 | 386 | 12 |

año/persona (kg/a/p), muy por debajo de la mayoría de los países de la región y distante de la media mundial que es de 55 kg/a/p y, aun así, nuestra industria no es capaz de abastecer ese pequeño

consumo.

A partir de los valores reflejados en las tablas anteriores, se resume que la demanda estimada para Cuba, con una población en 2017 de 11,423,000 habitan-

tes, para alcanzar los promedios mundiales de consumo de los diferentes tipos de productos del papel, por encima de los consumos actuales, sería de 525,458 toneladas anuales.

El mercado de las materias primas y productos del papel, ha continuado el crecimiento de los precios de las materias primas (pulpas), para la producción de diferentes tipos de papel y cartón, motivado fundamentalmente, por la existencia de una demanda superior a la oferta y el constante incremento del consumo mundial, que en 2016 ascendió a la cifra de 407,332 Mt, a una tasa de crecimiento anual promedio de 2.8% en los últimos 5 años y motivado también porque la demanda de papel y cartón seguirá creciendo, y no existen las materias primas suficientes, para sostener ese ritmo de crecimiento. Se estima que para 2020 la demanda alcanzará los 490 millones de toneladas. Tradicionalmente la industria del papel se ha sostenido, a partir de utilizar las pulpas obtenidas de los bosques naturales. (Curbelo Alonso, Garea Moreda, & Valdés Delgado, s. f.)

De la demanda mundial prevista para el 2020, se considera que solo 215 millones de toneladas, pueden ser cubiertas, mediante la utilización de la pulpa de madera. Por tal razón la industria papelera, se está encaminando, hacia la utilización de otros tipos de fibras, que incluye los residuos agrícolas como lo son; la paja del arroz, bambú, residuos de las

plantaciones de algodón, el kenaf, hierbas forrajeras, etc. A nivel global el 9% de la pulpa utilizada en la industria del papel, equivalente a más de 36 millones de toneladas, se obtienen de recursos no maderables. El bagazo de la producción cañera, es el que ha logrado la mayor atracción, entre todas las fuentes de materia prima no maderables en la actualidad. («Innovation of Bagasse in Pulp & Paper Industry», s. f.)

En la siguiente **tabla No. 3**, se muestra la producción de caña de azúcar en diferentes países.

Cuba produce actualmente cerca de 19.3 millones de toneladas de caña de azúcar al año, ocupando el lugar catorce, dentro de los países productores de azúcar del mundo. Esta importante cantidad de producción deja aproximadamente 5.8 millones de toneladas de bagazo disponible, que se queman de manera ineficiente; para producir calor y electricidad en los ingenios azucareros con un consumo aproximado de 6 t de bagazo por MWh de electricidad generado, o simplemente se arrojan a los alrededores de los ingenios, como desechos que contaminan el medio ambiente. (*Gestión Energética en el central "14 de Julio, 2017*)

Pero si en vez de quemarse, se usan sabiamente, se podrían producir aproximadamente 966.6 mil toneladas de pulpa a razón de 6 t de bagazo por tonelada de pulpa.

Tabla 3. Producción de caña de azúcar (t) de los 10 principales productores del mundo y Cuba. Fuente:

Worldatlas.com

| Brazil | 2015 | 2016 |
|----------------|-------------|-------------|
| Brazil | 750,290,277 | 768,678,382 |
| India | 362,333,000 | 348,448,000 |
| China | 117,632,911 | 123,059,739 |
| Tailandia | 94,138,,465 | 87,468,496 |
| Pakistan | 65,482,334 | 65,450,704 |
| Mexico | 55,396,061 | 56,446,821 |
| Colombia | 36,709,800 | 36,951,213 |
| australia | 32,379,153 | 34,403,004 |
| Guatemala | 33,869,277 | 33,533,403 |
| Estados Unidos | 29,140,590 | 29,926,210 |
| Cuba (14) | 19,300,000 | 18,890,972 |

Para este estudio se tuvieron en cuenta los datos de los Estudios de Factibilidad Técnico Económica de 3 bioeléctricas.

» **Bioeléctrica UEB “Ciro Redondo”.**

En el período de zafra, se proyecta para operar con dos calderas de 84.5 t/h a una presión de 65 bar y temperatura 480°C, con una eficiencia del 85% y con dos turbogeneradores de extracción-condensación con una potencia nominal de 15 MW cada uno. El vapor extraído se utiliza para el proceso de fabricación de azúcar en zafra. Utilizará como materia prima (80%) 59.84 t de bagazo, y un 20% de RAC, equivalentes a 14.96 tone-

ladas) para generar 27.5 MWh (91.66% de la capacidad instalada de 30MW). Por lo tanto, si se utilizara solo bagazo el índice de consumo en esas condiciones es de alrededor de 2.72 tb/MWh (59.84 + 14.96 / 27.5 = 2.72 tb). («Estudio de factibilidad Bioeléctrica Ciro Redondo», 2012)

Para la generación de electricidad actualmente en Cuba se consumen 317,91 kg de fuel oil por MWh, lo que equivale a generar 3.14 MWh/t. Asumiendo el precio de la tonelada de fuel oil a 500USD, una tonelada de bagazo utilizada en la generación eléctrica sustituye importación de combustible por 58.54 USD. (500/3.14) / 2.72= 58.54 USD/tb)

» **Bioeléctrica UEB “Jesús Rabí”.**

En el período de zafra, se proyecta para operar con una caldera de 110t/h a una presión de 62 bar y temperatura 500°C, con una eficiencia del 85% y con un turbogenerador de 20 MW, movido por una turbina de extracción – condensación. El vapor extraído se utiliza para el proceso de fabricación de azúcar y alcohol en zafra y para la de alcohol en no zafra. Utilizará como materia prima en el período de zafra (80%) 56.25 t de bagazo, que se genera por el procesamiento de 187.5 t de caña por hora ($187.5 \times 0.30 = 56.25 \text{ th}$) y un 20% de RAC, equivalentes a 11.25 toneladas ($56.25 \times 0.20 = 11.25 \text{ th}$) para generar 20 MWh. Por lo tanto, si se utilizara solo bagazo el índice de consumo en esas condiciones es de alrededor de 3.375 tb/MWh ($56.25 + 11.25 / 20 = 3.375 \text{ tb}$). («Estudio de factibilidad Bioeléctrica Jesús Rabí», 2011)

Para la generación de electricidad actualmente en Cuba se consumen 317,91 kg de fuel oil por MWh, lo que equivale a generar 3.14 MWh/t. Asumiendo el precio de la tonelada de Fuel oil a 500USD, una tonelada de bagazo utilizada en la generación eléctrica sustituye importación de combustible por 47.18 USD. ($500/3.14 / 3.375 = 47.18 \text{ USD/tb}$)

» **Bioeléctrica UEB “Héctor Rodríguez”.**

En el período de zafra se proyecta para operar con una caldera de 110 t/h

a una presión de 67 bar y temperatura 520°C, con una eficiencia del 85% y con un turbogenerador de extracción-condensación con una potencia nominal de 20 MW. El vapor extraído se utiliza para el proceso de fabricación de azúcar en zafra. Utilizará como materia prima (93%) 51.35 t de bagazo, y un 7% de RAC, equivalentes a 3.6 toneladas) para generar 19 MWh (95% de la capacidad instalada de 20MW). Por lo tanto, si se utilizara solo bagazo el índice de consumo en esas condiciones es de alrededor de 2.49 tb/MWh ($51.35 + 3.6 / 19 = 2.89 \text{ tb}$). («Estudio de factibilidad Bioeléctrica Héctor Rodríguez», 2012)

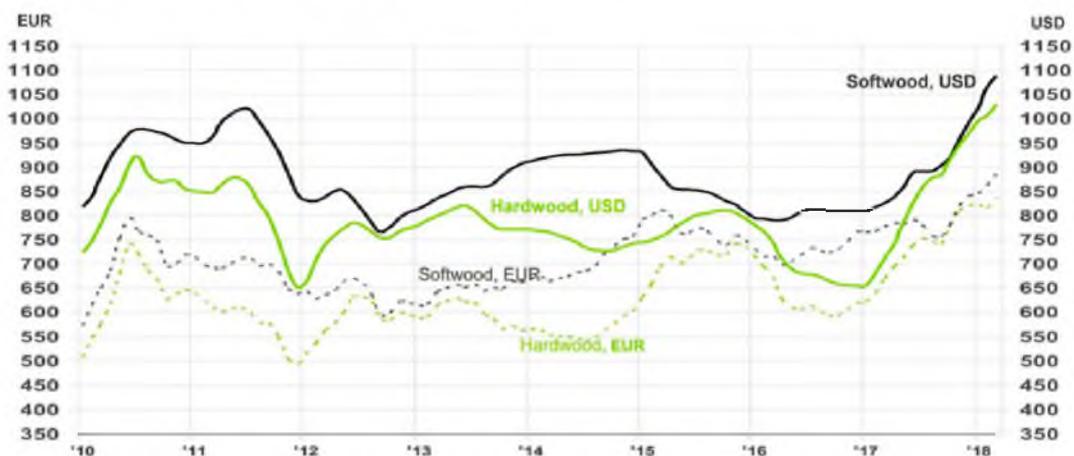
Para la generación de electricidad actualmente en Cuba se consumen 317,91 kg de fuel oil por MWh, lo que equivale a generar 3.14 MWh/t. Asumiendo el precio de la tonelada de fuel oil a 500 USD, una tonelada de bagazo utilizada en la generación eléctrica sustituye importación de combustible por 55.09 USD. ($500/3.14 / 2.89 = 55.09 \text{ USD/tb}$)

Como promedio en las tres bioeléctricas, por tonelada de bagazo utilizado se sustituye por concepto de combustible fuel oil, el equivalente a 53.6 USD.

En el siguiente **Grafico No. 2**, se reflejan los precios de la pulpa de celulosa en el mercado internacional desde 2010 hasta 2018. Como promedio en todo el período, el precio de la pulpa de fibra larga o de madera blanda (Sofwood), se ha

Grafico No. 1. Comportamiento de los precios de las pulpas de madera blanda (*softwood*) y madera dura (*hardwood*) en USD y EUR en el mercado internacional. Fuente: *Sorpol. Paper – pulp outlook 2018*.

Pulp price development (PIX)



mantenido en alrededor de 910 USD/t, mientras el precio de la pulpa a partir de la madera dura (*hardwood*), comparable a la pulpa de bagazo, se ha mantenido entre 650 – 1030 USD/t. El precio promedio ha sido de 779 USD/t. Para el presente estudio se asume un 90% del valor promedio que equivale a 700 USD/t.

Los incrementos en los precios a partir de 2017 y hasta la fecha, se ha generado fundamentalmente por paralizaciones inesperadas de plantas productoras de pulpa en China e Indonesia, por problemas medioambientales. Esto motivó una disminución en la oferta de 1.945 millones de toneladas. También se ha producido una disminución en la creación de nuevas capacidades. Esta disminución de la oferta, mientras la demanda continua con un crecimiento promedio de

4.3% anual, motivado fundamentalmente por un incremento en la demanda interna de China de 1 millón de toneladas, ha estado generando un incremento constante de los precios. («Bleached hardwoods kraft pulp prices. Supply and demand analysis», 2018)

En la siguiente **Tabla No. 4**, se muestran las producciones de pulpa de bagazo, e importaciones de otros productos del papel, que se obtenían en Cuba, desde el año 1985 hasta 1989, que fue el período de mayor auge de esta rama en el país, según estadísticas de la FAO. («Estadísticas FAO», 2017)

Como se puede apreciar, en 1986 se obtuvo la mayor producción de pulpa, que ascendió a 59.0 Mt, que representó a los precios promedios de los años

Tabla No. 4. Producciones de la industria del papel en Cuba e importaciones. Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de FAO.

| PRODUCTO | 1985 | | 1986 | | 1987 | | 1988 | | 1989 | |
|--|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| | Mt | MUSD |
| Prod. tableros de fibra prensados(MM3) | 48 | 13056 | 48 | 13056 | 48 | 13056 | 62 | 16864 | 85 | 23120 |
| Export. tableros partículas(MM3) | 9 | 820 | 23 | 2539 | 35 | 3574 | 16 | 1280 | 21 | 1817 |
| Produc. pulpa de bagazo | 49 | 26313 | 59 | 31683 | 52 | 27924 | 42 | 27554 | 52 | 27924 |
| Producción de papel y cartón | 132 | 92531 | 150 | 105150 | 148 | 103748 | 141 | 98841 | 168 | 117768 |
| Importación de papel y cartón | 205 | 143705 | 175 | 122675 | 182 | 127582 | 172 | 120570 | 164 | 114964 |
| Importación de papel periódico | 43 | 22874 | 38 | 20216 | 35 | 18620 | 41 | 21812 | 39 | 20748 |
| Produc. de papel imprenta y escribir | 59 | 49501 | 66 | 55374 | 57 | 47823 | 46 | 38514 | 60 | 50340 |
| Import. papel imprenta y escribir | 17 | 14263 | 16 | 13424 | 17 | 14263 | 13 | 10907 | 13 | 10907 |
| Producción otros papeles y cartones | 73 | 54166 | 84 | 67328 | 91 | 67522 | 95 | 70490 | 106 | 80136 |
| Produc. papel doméstico y similar | 10 | 13400 | 12 | 16080 | 12 | 16080 | 11 | 14740 | 11 | 14740 |
| Prod. papel y cartón envolver | 32 | 22272 | 35 | 24360 | 44 | 30624 | 49 | 34104 | 52 | 36192 |
| Import. papel y cartón envolver | 58 | 68708 | 105 | 73080 | 124 | 85304 | 111 | 77256 | 106 | 73776 |

1985-1989 en el mercado internacional (537 USD/t); 31.6 MMUSD. La mayor producción de papel y cartón, se alcanzó en 1989, con 168.0 Mt, que representó según los precios promedios de esos años en el mercado internacional (701 USD/t); 117.8 MMUSD. La mayor producción de la industria papelera nacional se alcanzó en 1989, con 168.0 Mt, que representó un monto de 117.7 MMUSD. También en 1989 se alcanzó la mayor producción de tableros de fibra prensadas que fueron 85.0 miles de m³, por un monto de 23.1 MUSD.

En la actualidad la industria del papel, se ha mantenido con la misma situación que se originó durante el periodo especial, manteniendo muy bajos índices de explotación de las instalaciones existentes, operando de forma intermitente con papel reciclado mayormente. (Almazán del Olmo, Fernández Rodríguez, & Hernández Gutiérrez, 2009)

A partir de la información disponible emitida por la ONEI, en los últimos años, la producción de los diferentes surtidos del papel en Cuba, desde 2013 hasta 2016, ha sido como se muestra en la siguiente **Tabla No. 5**.

La mayor parte de estas producciones se realizan utilizando papel reciclado nacional e importado y materias primas importadas en los volúmenes que se relacionan en la siguiente tabla No. 6. Estas importaciones pueden ser sustituidas casi en su totalidad, excepto aquellas que requieren utilizar fibras largas.

4. CONCLUSIONES

1. Para la generación eléctrica en las termoeléctricas del país se consumen 317.91 kg de fuel oil por MWh. Asumiendo un precio de 500 USD/t de fuel oil, el costo del combustible para generar 1 MWh utilizando fuel oil es de 158.9

Tabla No. 5. Producciones de la industria nacional, desde 2013 a 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de ONEI 2017.(«Estadísticas ONEI.», 2017)

| Producto. | UM | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Papel total | Mt | 10,1 | 9,6 | 8,1 | 9,3 |
| De ellos: Papel imprenta y escribir | | 0,9 | 0,8 | 0 | 0,8 |
| Papel para envases | | 3,2 | 2,8 | 2,0 | 2,7 |
| Papel sanitario en bobinas | | 5,9 | 5,5 | 5,5 | 5,9 |
| Carton total | Mt | 10,6 | 11,9 | 10,0 | 6,3 |
| De ellos: Carton liner | | 3,8 | 6,2 | 5,7 | 1,6 |
| Cartoncillo para corrugar | | 6,8 | 5,7 | 4,3 | 4,7 |
| Cartulina | | 2,4 | 1,2 | 4,0 | 1,2 |
| Envases de carton y cart ple | MMU | 258,4 | 270,0 | 671,7 | 750,0 |
| Envases de carton y cart. co | MMU | 29,0 | 29,5 | 36,8 | 38,5 |
| Sacos multicapa | MMU | 18,6 | 19,7 | 21,3 | 16,0 |

Tabla No. 6. Importaciones de la industria nacional, desde 2013 a 2016. Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de ONEI 2017.(«Estadísticas ONEI.», 2017)

| Producto. | UM | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--|----|---------|---------|---------|---------|
| Pastas de madera. | t | 2 000 | 2 000 | 2 000 | 2 000 |
| Papel, cartón y artículos de pasta de papel o cartón | MP | 151 975 | 106 625 | 155 193 | 130 695 |
| Papel y cartón | t | 72 439 | 86 742 | 86 742 | 94 320 |
| | MP | 103 241 | 70 807 | 111 814 | 126 621 |
| Papel periódico | t | 13 074 | 10 693 | 10 693 | 14 596 |
| | MP | 10 078 | 9 084 | 13 027 | 10 257 |
| Otros papeles y cartones que pesen 40 gm ² , o más, pero no más de 150 g/m ² | t | 26 102 | 16 998 | 31 605 | 30 721 |
| | MP | 34 884 | 20 852 | 38 726 | 33 886 |
| Cajas y cajones de papel o cartón ondulados | MU | 21 067 | 98 554 | 138 876 | 133 417 |
| | MP | 11 925 | 10 634 | 16 082 | 11 619 |

USD. Para generar 1 MWh, en las nuevas Bioeléctricas, se consumen como promedio 2.99 toneladas de bagazo entonces cada tonelada de bagazo representa un ahorro por concepto de sustitución de combustible de 53.6 USD.

2. El precio promedio de la tonelada de pulpa de celulosa de fibra corta, en el mercado internacional se ha considerado en 700 USD. Por lo tanto, una to-

nelada de bagazo convertida en pulpa, representa sustitución de importación o ingresos por exportación por 116.7 USD.

3. Teniendo en cuenta que la utilización de una tonelada de bagazo, para la producción de pulpa, representa sustitución de importación de pulpa por 116.7 USD, mientras que si se destina a la producción de electricidad en una Bioeléctrica, representa sustitución de

importación de combustible por 53.6 USD, lo que representa una diferencia de 63.1 USD/t, se propone adoptar las medidas que permitan destinar las cantidades de bagazo requeridas, para la

producción de pulpa para satisfacer la demanda de la industria papelera nacional y exportar las cantidades que se puedan introducir en el mercado internacional.

5. Referencias bibliográficas

- Almazán del Olmo, O., Fernández Rodríguez, J., & Hernández Gutiérrez, A. (2009). Pulpa y papel de bagazo. Tecnologías, opciones y perspectivas. ICI-DCA. Cuba.
- Ampliación de generación eléctrica a partir de biomasa cañera. (s. f.). IPROYAZ.AZCUBA.
- Bleached hardwoods kraft pulp prices. Supply and demand analysis. (2018). Recuperado a partir de <https://seeingalpha.com>
- Brizuela Herrada, M. A., & Carvajal Cabo, O. (s. f.). El bagazo de la caña de azúcar. ICIDCA. Cuba.
- Curbelo Alonso, D. A., Garea Moreda, D. B., & Valdés Delgado, D. A. (s. f.). Generación de energía a partir de bagazo en Cuba. Agencia de Ciencia y Tecnología: División de Industria y Energía. Estadísticas de FAO. (2016).
- Estadísticas FAO. (2017).
- Estadísticas ONEI. (2017). Cuba.
- Estudio de factibilidad Bioeléctrica Ciro Redondo. (2012). IPROYAZ. AZCUBA.
- Estudio de factibilidad Bioeléctrica Héctor Rodríguez. (2012). IPROYAZ. AZCUBA.
- Estudio de factibilidad Bioeléctrica Jesús Rabí. (2011). IPROYAZ. AZCUBA.
- Gestión Energética en el central "14 de Julio. (2017). (Centro Azúcar. Vol. 4). Santa Clara, Cuba. Recuperado a partir de <http://scielo.sld.cu>.
- Innovation of Bagasse in Pulp & Paper Industry. (s. f.). Recuperado a partir de www.Pulpanpaper-Technology.com
- Morín, R. B., & Suárez Rivacoba, R. (s. f.). Caña de azúcar y sostenibilidad: enfoques y experiencias cubanas. Ministerio del Azúcar (MINAZ) y Oficina Nacional de Normalización (ONN).