

Caracterización de los residuos vegetales generados en el centro mayorista de acopio de la ciudad de Armenia (MERCAR) para su utilización industrial en la producción de biocombustibles.

Characterization of plant residues generated in the collection wholesale center of the city of Armenia (MERCAR) for industrial use in the production of biofuels.

Victor Dumar Quintero-Castaño^{1*}, Carlos Andrés Cárdenas-Valencia, Juan Carlos Lucas-Aguirre

Resumen. En Armenia se cuenta con la Central Mayorista de Abastos “MERCAR” la cual cuenta con locales comerciales donde se comercializan frutas, verduras, granos, carnes y productos en general para el consumo humano. El objetivo de este trabajo fue determinar la cantidad y tipo de desecho vegetal producido en la central de acopio de alimentos de la ciudad de Armenia, MERCAR. Se pudo observar que el 50 % de los negocios de la central comercializan frutas y verduras, en estos negocios no hay registros exactos acerca de la cantidad de materia prima que compran para abastecer sus negocios, ni tampoco sobre la cantidad de desechos producidos, lo que imposibilita inicialmente el hacer una predicción sobre el volumen de material biológico desechado diaria o semanalmente, además de que no existe una cultura de reciclaje dentro de la central, lo que haría que el proceso de transformación de los desechos para darle valor agregado sea un poco más complejo.

Palabras clave: Residuos vegetales, celulosa, biocombustibles.

Abstract. In Armenia, the Central has Wholesaler of Supplies “MERCAR” which has shops where they sell fruits, vegetables, grains, meats and products in general for human consumption. The aim of this study was to determine the amount and type of waste produced at the plant vegetable gathering food from the city of Armenia, MERCAR. It was observed that 50% of businesses in central fruit and vegetable market, in this business there are no accurate records about the amount of raw material purchasing to supply their business, nor on the amount of waste produced, which initially impossible to make a prediction about the amount of biological material discarded daily or weekly, in addition to that there is a culture of recycling within the plant, which would make the process of transforming waste to give added value is a little more complex

Keyword: Vegetables waste, cellulose, biofuels.

¹ Proyecto: Caracterización de los residuos vegetales generados en el centro mayorista de acopio de la ciudad de Armenia (MERCAR) para su utilización industrial en la producción de biocombustibles, Grupo de Investigación en Gestión de Operaciones CUE, Programa de Ingeniería Industrial, Corporación Universitaria Empresarial Alexander von Humboldt, Armenia, Quindío y Grupo de Investigación agroindustria de frutas tropicales, Universidad del Quindío.

* victordumar@uniquindio.edu.co.

1. Introducción

Debido a la reducción en las reservas de petróleo, a la contaminación que genera el uso de este combustible fósil y al calentamiento global, desde hace algunos años se ha venido planteando la generación de biocombustibles que permitan reducir la producción de gases de efecto invernadero y contribuyan a tener un planeta más limpio (Ayes 2003). Los biocombustibles son combustibles líquidos, sólidos o gaseosos, obtenidos a partir de materia orgánica vegetal o animal. Los biocombustibles son fuentes de energía renovable y pueden ser usados solos o mezclados con otros tipos de combustibles. Entre los más comunes se encuentran el biodiesel y alcohol carburante (etanol). (Minagricultura 2003). En Colombia al igual que en el resto de los países a nivel mundial tendrán en pocos años una crisis energética muy fuerte, se espera que las reservas estimadas para muchos países productores de petróleo a mediados de siglo estén muy bajas y debido a esto los precios tanto del crudo como de los combustibles como gasolina, diesel y otros suban considerablemente y será necesario pensar y buscar combustibles alternos. (Honty et, al 2005) En los últimos 5 a 10 años se han propuesto algunas alternativas como son la producción de hidrógeno, la producción de etanol y la producción de biodiesel. (Ayes 2003) La producción de hidrógeno aún está en fase experimental. Países como Brasil y Estados Unidos ya producen varios millones de litros de etanol por fermentación para mezclarlo con gasolina e ir haciendo frente a la crisis energética. (Rincon 2008) España, Alemania y Estados Unidos cuentan también con plantas productoras de biodiesel a partir de aceite vegetal. La producción de biodiesel se realiza ya sea vía química o biotecnológica usando lipasas microbianas como catalizador (Rincon 2008).

Los biocombustibles de primera generación o primarios están cada vez más en entredicho. En su lugar parece que las miras están puestas en otras soluciones. Las apuestas favorecen al uso de residuos vegetales (leñosos, agrícolas no utilizables, etc.). Alemania, el primer productor mundial de biodiesel antiguo, ha marcado la pauta con la primera refinería que saca combustible de la madera. (Sampedro 2009) Y el Reino Unido abrió en enero un Centro de Bioenergía Sostenible para obtenerlo de residuos agrícolas, desechos leñosos, algas marinas y microbios alterados. La Unión Europea revisó el año pasado su objetivo para 2020, que era cubrir con biocombustibles (de los llamados primarios) el 10% de la energía para el transporte. Bruselas mantiene esa cifra, pero ha decidido que se pueda cubrir también con hidrógeno, paneles solares o cualquier otra fuente renovable. Contra las expectativas de hace unos años, y pese al apoyo de muchos gobiernos, incluido el español, el mercado mundial lleva tiempo acumulando excedentes de biocombustibles primarios. Al mismo tiempo, sin embargo, la primera refinería de segunda generación ha nacido en Friburgo: Industrias Choren empezará este año a producir 13.500 toneladas de biodiesel a partir de residuos de madera (Sampedro 2009).

En Colombia la producción de biocombustibles ha sido reglamentada por el estado mediante las Leyes 693 del 2001 y 939 de 2004 y las resoluciones 1565 de 2004 y 1289 de 2005 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (CONPES 2008) promoviendo y estimulando la producción, comercialización y consumo de los

biocombustibles tanto de origen vegetal como animal, dando prioridad a la producción de combustibles agrícolas a partir de caña de azúcar, palma africana, yuca, maíz, papa e higuera.

Actualmente existe una gran preocupación por el aumento en el costo de los alimentos debido a que se están reemplazando los cultivos de productos de consumo humano como hortalizas y otros vegetales y zonas de ganadería por cultivos de materias primas para la generación de bioetanol o biodiesel como lo son caña de azúcar, remolacha azucarera y palma africana (Gonzalez et al 2008). Varios autores internacionales (Pimentel 2003), (Fargione 2008), (Searchinger 2008) (Holly 2008), (Bravo 2006) y (CEIN 1998) han estudiado la relación entre la producción de biocombustibles y el medio ambiente encontrando que dicha producción no es favorable para los ecosistemas y que se pone en riesgo la seguridad alimentaria al reemplazar cultivos tradicionales para la generación de combustibles. En Colombia no se tiene detalle de estudio relacionados al respecto.

Dado lo anterior se hace necesario buscar nuevas fuentes de obtención de los sustratos esenciales para la producción de energías renovables, siendo una de estas fuentes los residuos vegetales generados en las centrales de abasto de alimentos, ya que la mayoría de estos residuos se descomponen, o se utilizan como fuente de alimento para animales y no se les da un manejo adecuado, pudiendo encontrar aplicaciones en la producción de biocombustibles.

En Colombia, se ha trabajado en la obtención de etanol por procesos químicos y biotecnológicos empleando otros residuos agroindustriales: bagazo de trigo, maíz, cebada, café, mango, banano, almidón trigo, maíz, cebada, café, mango, banano, almidón de yuca y plátano (Fonseca 2006). Sin embargo, el potencial energético de las mezclas de residuos vegetales de plazas de mercado y centrales de abasto no ha sido evaluado suficientemente.

En un trabajo realizado anteriormente (Cardona 2004), se evaluó el potencial de producción de biogás y etanol de los residuos de la Plaza de Mercado de Manizales (Colombia) y el estudio de gestión de las 18,500 ton/año de los residuos orgánicos en las plazas de mercado de Bogotá que desarrolló el Consorcio Nam-Velzea (2000), en el que a pesar de que se planteó el aprovechamiento energético de los mismos, la opción fue descartada, argumentando falta de tecnología y costos elevados.

En la central de abastos Corabastos de la ciudad de Bogotá se realizó un trabajo y se determinó el promedio de volumen de ingreso diario de alimentos, el cual fue de 11.100 toneladas. La papa es el producto más comercializado, seguido de las frutas y hortalizas provenientes de Ecuador, Chile, Venezuela, Perú, Canadá, Estados Unidos, Francia y de todos los departamentos del país, siendo Cundinamarca, Boyacá y Meta los mayores proveedores de la central. De los productos que ingresan a la Central de Abastos, se registró en el 2008 un promedio mensual de generación de 2.100 toneladas de residuos, lo que equivale a 25.200 toneladas por año (Fonseca 2006). Las verduras corresponden

al 50% de los residuos orgánicos, seguidas de las frutas, con un 14% (Nam-Velzea 2000). En este artículo, se presentan el método y los resultados del estudio preliminar para la obtención de etanol a partir de los residuos vegetales de Corabastos S.A., el cual se realizó con el fin de contribuir a la búsqueda de soluciones reales para la problemática planteada (Torres 2008).

Las centrales de abastos son entidades formadas por un conglomerado de personas que ofrecen servicios y mercancías, agrupadas en locales comerciales y áreas de servicios y son administradas velando siempre por prestar un buen servicio a la sociedad. En Armenia se cuenta con la Central Mayorista de Abastos “MERCAR” la cual cuenta con locales comerciales donde se comercializan frutas, verduras, granos, carnes y productos en general para el consumo humano.

En la zona relacionada con los productos orgánicos, en especial frutas y verduras, no se realiza una adecuada selección de los residuos producidos y todos estos son agrupados para su recolección dentro de la misma entidad y arrojados a unos contenedores en donde el carro de la basura los recoge y son llevados al botadero municipal. Diariamente se producen una gran cantidad de desechos, a los cuales en la mayoría de los casos no se les da ningún uso y que podrían ser aprovechados para la generación de biocombustibles.

La caracterización de los residuos vegetales generados en el centro mayorista de acopio de la ciudad de Armenia (MERCAR) permitirá determinar si se puede dar un uso industrial en la producción de biocombustibles. Para ello se deben analizar ciertas características que permitan identificar las cantidades de residuos generados, la calidad fisicoquímica de los principales compuestos de los residuos y el uso final que se da a los mismos, con el fin de dar pie a otros trabajos que puedan determinar la viabilidad técnica y financiera para la producción de biocombustibles a partir de estos desechos.

El objetivo de este fue el de caracterizar la cantidad y el uso los residuos orgánicos generados en la Central Mayorista de Abastos de Armenia “MERCAR” determinando las posibilidades de aprovechamiento de dichos residuos. Adicionalmente, se pretende valorar la apreciación y el conocimiento que tienen los dueños y trabajadores de los locales comerciales en cuanto a la utilización de los residuos orgánicos en la producción de biocombustibles.

Como instrumento de apoyo se realizó una encuesta que permitió obtener información relacionada con el tratamiento de los desechos conociendo las experiencias de cada una de las personas en cuanto al tema de residuos orgánicos y su uso en la industria. El análisis de los datos obtenidos tiene como fin determinar el posible uso que se le pueda dar a los residuos generados dentro de central MERCAR.

2. Metodología

La presente investigación es de tipo descriptivo y con carácter empírico analítico. Se realizó una visita y encuesta personalizada a los comercializadores de frutas y verduras de la central de acopio preguntando sobre el tipo de material vegetal comercializado, la frecuencia de abastecimiento de materia prima, la cantidad de materia prima comprada para comercializar, los parámetros de calidad utilizados para clasificar un producto como desecho, la cantidad de desechos producidos semanalmente y el destino de los desechos producidos.

Se tomó una muestra aleatoria simple de una población de 208 locales comerciales de venta de frutas y hortalizas. De acuerdo a las ecuaciones 1 y 2 (Parada 1999):

$$n_0 = \frac{Z^2 PQ}{d^2}$$

(Ec) 1.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

(Ec) 2.

Donde n_0 = Numero inicial de la muestra

$Z=1,96$

$P=0,5$

$Q=0,5$

$D=0,02$

$N=208$

Con estos datos se tiene un $n = 20$, el cual es el número de locales comerciales encuestados al interior de la central de acopio.

3. Resultados

La central mayorista de acopio de Armenia MERCAR cuenta con aproximadamente 208 locales que comercializan productos vegetales como frutas y verduras, como se observa en la figura 1.

Para la caracterización de la cantidad y tipo de materia prima comercializada por cada establecimiento se aplicó una encuesta aleatoria a 20 locales equivalentes aproximadamente al 10 % de la población. La tendencia de locales seleccionados para este trabajo es que en su mayoría comercializan frutas y verduras a la vez (55 %), mientras que solo el 10 % solo comercializan verduras, el 30 % solo frutas y un 5 % venden solo un tipo de producto. Aquí en este grupo están los negocios que comercializan papaya, papa, ahuyama o plátano.



Figura 1. Central Mayorista de Armenia. (Fuente: Google maps)

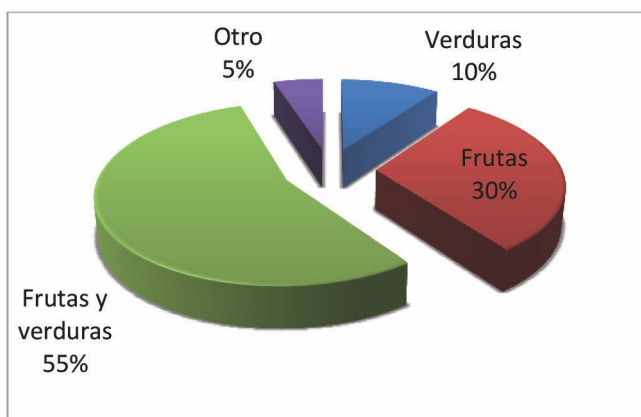


Grafico 1. Tipo de material vegetal comercializado en Mercar

En los locales involucrados en el trabajo se pudo determinar que el 70 % de ellos abastecían de productos diariamente y el resto abastecían cada 2 o 3 días. También se pudo determinar que el 40 % de los locales abastecían más de 2000 kg de materia prima semanalmente, el 25 % de ellos afirma que abastecen entre 1000 y 2000 kg de materia prima por semana. Esto concuerda con los datos reporta todos anteriormente (Ramirez 2010). También se pudo determinar que el 20 % de los locales encuestados no sabe la cantidad de materia prima que adquieren para sus negocios, aunque también se pudo observar que los datos suministrados por los demás comerciantes eran aproximaciones a los volúmenes de compra, ya que ninguno de ellos lleva un registro del historial de compras, por tanto los datos aportados por ellos tienen una gran variabilidad.

Desafortunadamente estos datos no se pueden contrastar con los de otras plazas mayoristas de ciudades pequeñas debido a que no existen reportes al respecto, esto se puede deber a la falta de organización, como ocurre con la plaza de Armenia, en cuanto a la cantidad

de productos comprados por los comercializadores de este tipo de producto. Con los datos obtenidos y haciendo un promedio ponderado de los volúmenes de compra diarios se puede estimar que a la plaza de mercado de la ciudad de Armenia llegan 6500 kg de frutas y verduras con el fin de comercializarlas. Con estos datos se puede comparar, por ejemplo, con el volumen de alimentos que entran a Corabastos en Bogotá el cual es de alrededor de 32500 kg diarios (Torres 2008).

El material vegetal, sea frutas o verduras, es muy perecedero debido a la alta cantidad de agua que posee, la cual oscila entre un 90 % como el caso de las frutas hasta un 98 % como es el caso de la mayoría de las hortalizas de hoja. Debido a esto, se debe tener claro, por parte de los vendedores y dueños de locales de comercialización de este tipo de producto el parámetro de mayor relevancia para considerar un producto inadecuado para la venta. En los resultados que se obtuvieron con las encuestas, se pudo determinar que el color (48 %) es el parámetro de calidad utilizado para no exhibir un producto para la venta y clasificarlo como desecho, seguido por la textura (40 %) y por último el estado fitosanitario. Esto concuerda por lo reportado por otros autores (Pinzon 2007, Fisher & Martinez 2009) quienes proponen que es el color el principal parámetro de calidad para la aceptación de un producto por parte del consumidor, seguido de la textura y el aroma.

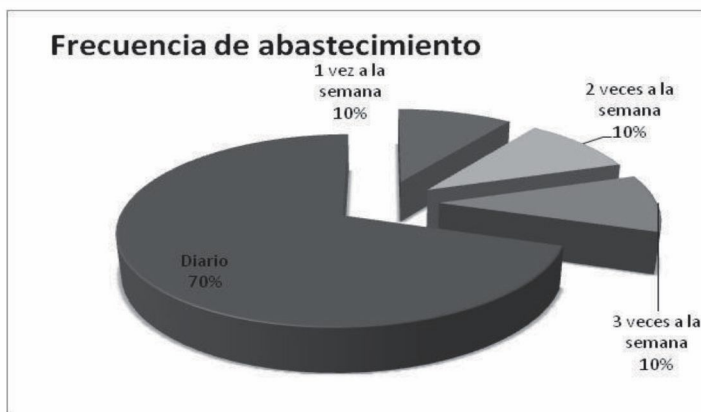


Grafico 2. Frecuencia de abastecimiento de materia prima

Esto es coherente debido a que muchas de las reacciones químicas ocurridas al interior de estos productos son de deterioro de colorantes, como le sucede a las clorofilas de las hojas, el licopeno del tomate, las antocianinas y flavonóides de los frutos de color rojo o morado y algunos otros compuestos terpénicos como es el caso de los carotenoides de frutas de color amarillo o naranja. Al degradarse estos compuestos gracias a un daño enzimático, microbiológico u oxidativo, los vegetales y las frutas pierden el color con el cual fueron cosechadas y se van formando otro tipo de compuestos como le ocurre a los plátanos y bananos que van perdiendo su color verde debido a la hidrólisis de las clorofilas y a la par se van sintetizando compuestos carotenoides propios de los colores amarillos (Quintero 2012).

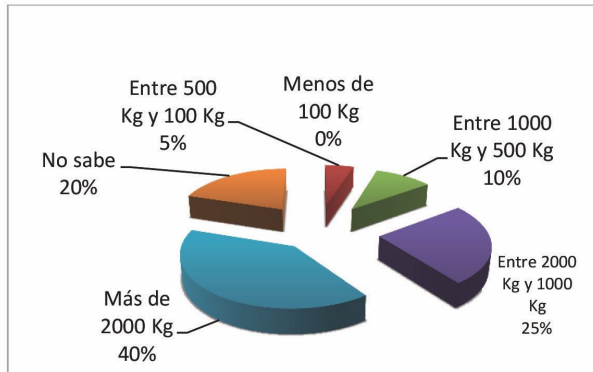


Grafico 3. Cantidad de materia prima comprada para comercializar por parte de los vendedores

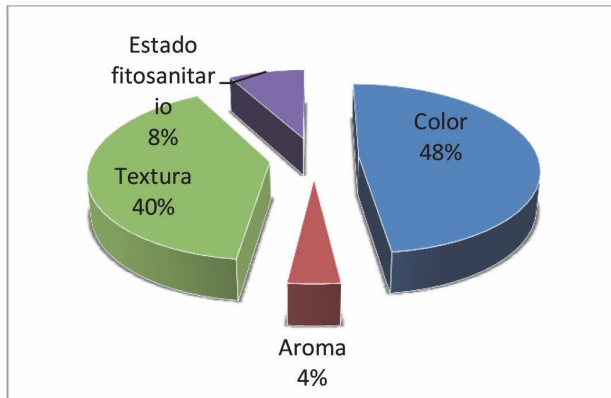


Grafico 4. Parámetros de calidad utilizado para clasificar un producto como desecho



Figura 2. Mangos clasificados como desechos debido a su cambio de color

En el trabajo de campo realizado también se pudo determinar en todos los locales encuestados no llevan registros históricos acerca de la cantidad de residuos generados y aunque fueron suministrados algunos datos, estos fueron más por intuición y/o experiencia por parte del administrador o de los vendedores de los locales, esto imposibilita que se hagan algunas estimaciones sobre la cantidad de desechos vegetales producidos en la central y de las pérdidas económicas que tiene cada local.

Un dato muy verídico que se pudo obtener en este estudio fue el hecho de que los residuos se producían y se desechaban diariamente, esto en gran medida se debe a una política de la administración de la central de acopio, ya que esto ayuda a mantener este lugar libre de malos olores, roedores, insectos y a un mejor manejo de estos desechos al interior de la central.

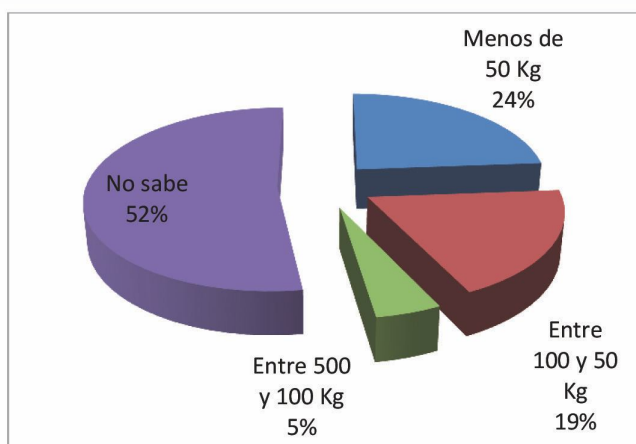


Gráfico 5. Cantidad de desechos producidos semanalmente



Figura 3. Contenedor de desechos de la central de acopio de alimentos de la ciudad de Armenia

Para el manejo y posterior utilización de los desechos es indispensable el buen manejo de ellos y esto se hace con una buena clasificación, pero en los resultados obtenidos se puede observar que en 60 % de los locales no clasifican estos residuos. En la figura 1 se puede observar el mal manejo que se le da a los desechos generados en la central, ya que en un mismo contenedor se encuentran residuos vegetales como los son los vástagos de plátano, hojas de lechuga etc. Y residuos de plásticos no degradables como lo son botellas plásticas, bolsas protectoras de plátano, costales de fique, entre otros,

Los desechos generados son recogidos en su gran mayoría por un carro recolector que se encarga de llevarlos a los contenedores destinados para tal fin. En ocasiones esporádicas, según expresan las personas encargadas de los locales, pasan personas enviadas por fundaciones como asilos de ancianos y se llevan los productos que fueron desechados en los locales por su apariencia pero que todavía conservan sus características nutricionales y tienen un buen estado fitosanitario para ser consumido. Muy pocos de los encuestados indicaron que procesaban los desechos y le daban valor agregado. Uno de estos casos es el de un local que se encarga de comercializar frutas como mango, papaya, guanábana, etc. Y los residuos los transformaba en pulpa de fruta para hacer jugos.

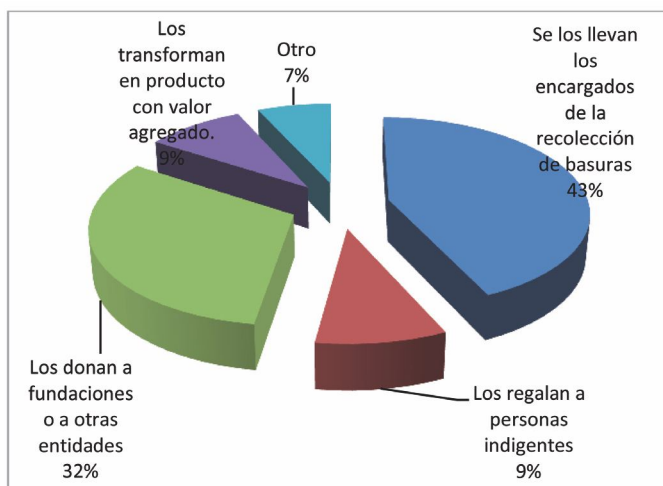


Gráfico 6. Destino de los desechos producidos en la central de acopio

1. Conclusiones

En la central mayorista de acopio de la ciudad de Armenia aproximadamente el 50 % de los locales comercializan frutas y verduras, dentro de este grupo la mitad comercializa ambos productos.

Se nota una falta de organización y logística en cuanto a los volúmenes de compra y de desechos producidos, ya que ellos se acostumbraron a comprar según el comportamiento

del mercado sin tener en cuenta un registro escrito previo que pueda sustentar la adquisición de esos productos. Lo mismo sucede con los desechos generados, ya que no existen registros sobre la cantidad y los tipos de desechos generados en cada establecimiento.

Con la información obtenida queda claro que antes de buscar la transformación de los desechos generados en la central, es importante generar estrategias de organización de los procesos en cada local comercial, con el fin de obtener datos más certeros acerca de la cantidad y tipos de desechos para ser transformados.

Es de gran importancia la capacitación a cada uno de los empleados de cada local en cuanto al manejo de los residuos sólidos, ya que con una buena clasificación de estos se podría optimizar el proceso de transformación de los residuos vegetales y de la reutilización de los materiales poliméricos sintéticos.

Para una posible utilización de estos desechos como materia prima para transformarlos en biocombustibles, es necesario tener claro la cantidad producida, con el fin de hacer un estimativo de la cantidad de etanol que se pudiera obtener y así poder hacer acercamientos financieros y definir la viabilidad de la puesta en funcionamiento de una bio-refinería en la ciudad de Armenia.

Referencias

- Ayes, G. N. (2003). Medio Ambiente: Impacto y Desarrollo, . La Habana,: Científico-Técnica.
- Bravo, E. (2006.). Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria: encendiendo el debate sobre biocombustibles. Quito, Ecuador. Acción ecológica.
- Cardona, C. (2004). Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado. Revista Colombiana de Biotecnología .
- CEIN. (1998). Conservas de Frutas y Hortalizas, . Informes Sectoriales. .
- CONPES, C. N. (2008). LINEAMIENTOS DE POLITICA PARA PROMOVER LA PRODUCCION. Bogota D.C.: Departamento Nacional de Planeación.
- Costa, B. (2007). Mossbauer spectroscopy and X-ray diffraction studies of ball-milling induced transformations of a near-equiatomic fev sigma fase: Influence of oxygen. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research , 580 (1), 4004-4007.
- Fonseca, E. (2006). Hidrólisis ácida de sustratos residuales agroindustriales colombianos. Umbral científico .

- Gerhard, F., & Orlando, M. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) En relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana* .
- Gonzalez, A. Y. (2008). Biocombustibles, biotecnología y alimentos: Impactos sociales para México. *Argumentos* , 55-83.
- Holly, G. (2008.). Carbon payback times for crop-based biofuel expansion in the tropics: the effects of changing yield and technology. *Environ.Res.Lett.* .
- Honty, G. Y. (2005.). Escenarios energéticos para el mercosur. *Energía 2025* .
- Joseph, F. (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* .
- Juliana, T. (2008). MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE DOS BIODIGESTORES ANAEROBIOS CON RESIDUOS ORGANICOS GENERADOS EN LA CENTRAL DE MERCADO “PLAZA KENNEDY” EN BOGOTÁ. Bogotá D.C.: UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL.
- Minagricultura. (2006). ESTRATEGIA DE DESARROLLO DE BIOCOMBUSTIBLES:IMPLICACIONES PARA EL SECTOR AGROPECUARIO. Bogotá D.C.
- Nam-Velzea., C. (2000). Gestión de residuos orgánicos en las plazas de mercado de Santafé de Bogotá. Contrato PNUD .
- PARADA, Y. G. (1999). Modulo 3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN. En APRENDER A INVESTIGAR. Bogotá: ICFES.
- Pimentel, D. (2003.). Ethanol Fuels: Energy balance, economics and environmental impacts are negative. *Natural Resources Research*.
- Pinzón, I. M. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa. *Agronomía Colombiana* , 83-95.
- Quintero, V. (2012). Caracterización físicoquímica del mango común durante su proceso de maduración. *ALETHEIA* , 101-117.
- Ramirez, J. D. (2010). Implementación de una política de abastecimiento alimentario en Bogotá. México: Facultad latinoamericana de ciencias sociales.
- Rincón, J. (2008). Producción de biodiésel a partir de grasas de desecho. Aguascalientes, departamento de ingeniería bioquímica, centro de ciencias básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Ritter, S. K. (2003). Biofuel Bonanza. Chemical & Engineering News , 85.

Sampedro, J. (29 de Marzo de 2009). Los nuevos biocombustibles procederán de los desechos. El Pais .

Searchinger. (2008). Use of US cropland for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land use change. Science .

Referencia	Fecha de recepción	Fecha de aprobación
<p>Victor Dumar Quintero-Castaño, Carlos Andrés Cárdenas-Valencia, Juan Carlos Lucas-Aguirre.</p> <p>Caracterización de los residuos vegetales generados en el centro mayorista de acopio de la ciudad de Armenia (MERCAR) para su utilización industrial en la producción de biocombustibles.</p> <p><i>Revista Tumbaga (2013), 8, 61-73</i></p>	<p>Día/mes/año</p> <p>08/10/2012</p>	<p>Día/mes/año</p> <p>09/02/2013</p>