

DIAGNÓSTICO DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS AGRÍCOLAS GENERADOS EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR

DIAGNOSTIC OF THE MAIN AGRICULTURAL RESIDUES PRODUCED IN THE BOLIVAR REGION

Paz Astudillo, Isabel C¹; Rivera Barrero, Carlos A²; Buelvas Puello, Luis M³;

Franco Arnedo, Gabriela³; Marsiglia López, Dalma³

Resumen

El sector agrícola del departamento de Bolívar (Colombia) carece de tecnificación y organización, lo cual genera pérdidas de producto, que ocasionan baja productividad de los cultivos y deterioro del medio ambiente. Una alternativa para impulsar el sector agrícola y agroindustrial consiste en el aprovechamiento de sus residuos para la obtención de productos de valor agregado. Por esta razón, el presente trabajo tuvo como objeto identificar los principales residuos agrícolas que se generan en el departamento de Bolívar, con el fin de establecer oportunidades de proyectos de investigación e inversión que apunten al desarrollo de dichos sectores. Inicialmente, se realizó un reconocimiento de los productos agrícolas con mayor producción histórica, y los que se encuentran posicionados como productos emergentes. Con base en esta información, se realizó un análisis cualitativo de los residuos generados en las cadenas productivas, y se analizaron las oportunidades para su aprovechamiento. El estudio indicó que en Bolívar no se encuentran cuantificados los residuos, lo que resalta como una primera necesidad para generar investigaciones y avances tecnológicos alrededor del tema. Además, se concluyó que aunque el sector agrícola se encuentra rezagado, este representa un gran potencial para la inversión, bajo el condicionante de implementar ciencia y tecnología para mejorar los rendimientos de los cultivos, y el procesamiento de los residuos. Consecuentemente, se exhortó a la generación de proyectos que apunten hacia la obtención de productos de valor agregado a partir de material residual agrícola, que conduzcan a un incremento en la productividad y competitividad del departamento.

Palabras clave: Potencial agrícola, Cadenas productivas, Aprovechamiento integral, Agroindustria, Región Caribe.

Abstract

The agricultural sector of Bolívar region (Colombia) is not technicized and organized. For this reason, losses of product are generated, causing low productivity of cultures and environmental deterioration. An alternative to impulse the agricultural and agribusiness sectors consists on to use the residues for obtaining added-value products. For this reason, the objective of this work was identify the main agricultural residues generated in the Bolivar region, with the purpose of establishing opportunities for research and investment projects focused to develop such sectors. First, an appreciation of the agricultural products with greater historical production and those emerging products was done. Then, a qualitative analysis of residues generated in productivity chains was done, and the opportunities for use them were analyzed. The study indicated that in Bolivar, the residues are not

¹ Profesor Asistente, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena Parte Alta,

² Profesor Titular, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad del Tolima.

³ Ingeniero químico egresado, Universidad de Cartagena.

Correo para correspondencia: icpaza@ut.edu.co

quantified, which is necessary to generate research and technological advances around the theme. Also, it was concluded that, although the agricultural sector is still in the early stages of development, it promises to be a great potential for research and investment. Consequently, it was proposed the creation of agribusiness as an opportunity to improve the productivity and competitiveness of the region.

Keywords: Agricultural potential, Productivity chains, Integral use, Agribusiness, Caribbean region.

Introducción

En los últimos años, el gobierno colombiano ha fijado en sus planes, la consolidación de la agricultura como uno de los motores del crecimiento económico del país [1]. Desafortunadamente, el sector agrícola utiliza solamente 4.9 millones de hectáreas de las 21.5 millones que potencialmente podrían ser utilizadas para el desarrollo de esta actividad [2]. La agricultura realiza un aporte al PIB nacional de alrededor del 9 % [3], y resulta mucho más rentable que la ganadería. Según datos aportados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en el año 2009 una hectárea de agricultura generó 21.5 veces más valor que una hectárea en ganadería. Sin embargo, en los últimos años el sector agrícola no presentó un balance positivo en el crecimiento del PIB debido a las condiciones climáticas adversas y al descenso de los precios de algunos productos. Entre los años 2001 y 2013, el sector creció a una tasa promedio anual del 2.5 % mientras que el total de la economía lo hizo a una tasa del 4.5 % [4]. Particularmente, durante varias décadas, el Caribe ha sido una de las regiones más rezagadas del país. Las características geográficas, y la situación socio política de la Región han ocasionado que esta se enfoque únicamente en el sector primario con poca interrelación con los demás sectores económicos, y que olvide las ventajas que posee para el impulso de la agroindustria, entre ellas, la variedad de rutas de acceso (terrestre, pluvial, marítima y aérea) a su disposición [5].

En cuanto al Departamento de Bolívar, desde el año 2001, la Asamblea Departamental lo organizó territorialmente en seis Zonas de Desarrollo Económico y Social (ZODES): Dique, Montes de María, Mojana, Depresión Momposina, Loba y Magdalena Medio, con el fin de potencializar sus ventajas de ubicación geográfica, de acceso, y productividad agropecuaria y/o industrial, entre otras [6]. La distribución de los ZODES en el departamento se presenta en la Figura 1.

Dentro de las actividades económicas del departamento se destaca la agricultura (Ver Tabla 1); no obstante, esta actividad carece de tecnificación y se enfoca en la producción a pequeña escala; lo cual ocasiona que en las etapas de cultivo, cosecha, transporte y comercialización se reduzca la calidad de los productos y se genere un volumen considerable de residuos. Lo anterior, finalmente se traduce en pérdidas económicas, deterioro del medio ambiente, baja productividad de los cultivos, y limitada competitividad de las cadenas productivas del departamento.

La problemática mencionada previamente expone la necesidad de plantear soluciones para impulsar el desarrollo del sector agrícola en el departamento; es evidente que diferentes acciones deben asumirse desde la fase de cultivo hasta la etapa de comercialización y procesamiento del material vegetal. Una de ellas consiste en el aprovechamiento de los residuos agrícolas y agroindustriales para la obtención de bioproductos de valor para la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética, química y energética, entre otras; lo cual se ha convertido en una alternativa viable en varios países [8][9][10]. Sin embargo, para llegar a un proyecto sustentable, debe desarrollarse una serie de etapas que involucran: la identificación y cuantificación de los principales residuos agrícolas y agroindustriales que se generan en el departamento, el establecimiento de su potencial aplicación, y la evaluación de la factibilidad técnica, económica y ambiental de las opciones que se propongan, con base en las limitantes de proceso, de logística, comerciales y sociales enmarcadas en el contexto de la región.



Figura 1. Localización de las ZODES del departamento de Bolívar [7].

Tabla 1. Zodes de Bolívar [6].

Zodes	Principales Cultivos
Dique	Yuca, Caña de azúcar, Ciruela, Coco, Mango, Guanábana, Guayaba, Palma de Aceite, Papaya, Plátano, Algodón, Berenjena, Arroz, Melón y Fríjol.
Montes de María	Yuca, Name, Tabaco, Aguacate, Mango, Maracuyá, Palma de Aceite, Plátano, Ají, Algodón, Fríjol, Maíz y Ajonjolí.
Mojana Bolivarense	Yuca, Cacao, Café, Caña de Azúcar, Guayaba, Mango, Plátano, Algodón, Arroz, Maíz, Patilla y Sorgo.
Depresión Momposina	Yuca, Caña de Azúcar, Coco, Plátanos, Mango y Maíz.
Loba	Yuca, Aguacate, Cacao, Caña de Azúcar, Mango, Palma de Aceite, Piña, Plátano, Ahuyama, Algodón, Maíz y Arroz.
Magdalena Medio	Yuca, Cacao, Café, Caña de Azúcar, Caucho, Palma de Aceite, plátano, Algodón, Arroz, Maíz, Fríjol, Lulo y Sorgo.

De acuerdo con lo anterior, mediante este trabajo se realizó un diagnóstico de las principales cadenas agrícolas del departamento, con el objeto de identificar los principales residuos agrícolas y agroindustriales que se generan en el departamento de Bolívar, lo cual representa el punto de partida para la propuesta de proyectos de investigación e inversión.

Metodología

Para realizar el diagnóstico de los residuos agrícolas y agroindustriales que se generan en las principales cadenas productivas del Departamento de Bolívar, inicialmente se registraron los cultivos con mayor producción a nivel departamental en la última década, y aquellos emergentes, que se consideran más prometedores. Luego, a través de información bibliográfica publicada por la comunidad científica y entes gubernamentales, se estudiaron los eslabones de las principales cadenas productivas del sector agrícola, lo que permitió identificar los principales residuos que se generan durante las etapas de cultivo, poscosecha y procesamiento. Finalmente se estimó el volumen de residuos que se produce, y se establecieron posibles alternativas de aprovechamiento con base en recientes desarrollos científicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Principales productos agrícolas del departamento de Bolívar

El departamento de Bolívar cuenta con 535000 hectáreas aptas para la agricultura, de las cuales utiliza sólo el 51.4 % [11]. En comparación a otros departamentos del territorio colombiano, ocupa los primeros puestos en la producción de ñame, yuca, aguacate y maíz tradicional (Ver Figura 2); razón por la que estos se han convertido en los cultivos de mayor competitividad para el departamento. Además de estos cuatro productos, el arroz seco mecanizado y el plátano también se destacan entre los cultivos de mayor importancia histórica para Bolívar; su rendimiento representa el 10 % de la producción agrícola del departamento (Ver Figura 3).

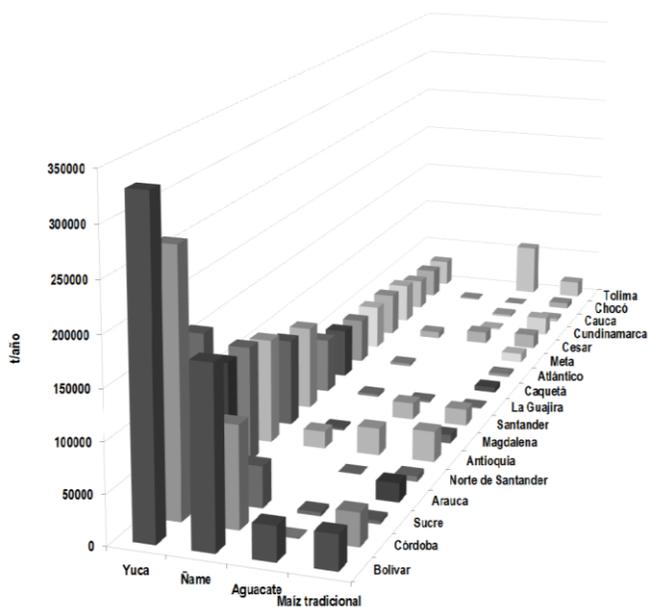


Figura 2. Producción de yuca, ñame, aguacate y maíz en los departamentos de Colombia [12].

Pese a lo anterior, las condiciones ambientales adversas que afectaban la calidad y cantidad de la cosecha; las malas prácticas agrícolas; la casi nula tecnificación de los cultivos, y en algunos casos la violencia, principalmente en la Región de los Montes

de María [5], [14], ocasionaron que los cultivos de aguacate, maíz y arroz disminuyeran su producción significativamente en el período 2009-2011, hasta el punto que en el año 2010 la producción de arroz mecanizado generó menos del 15 % de la producción del 2002 (Ver Figura 4).

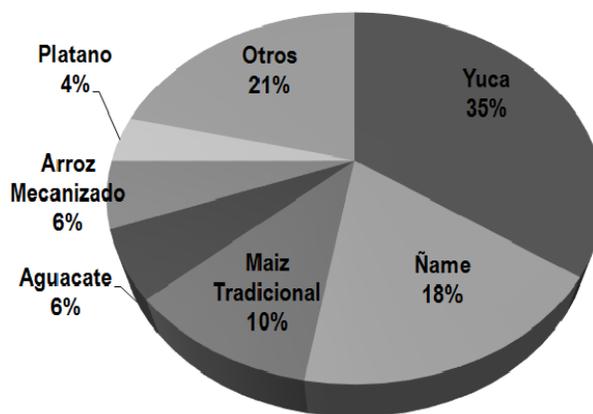
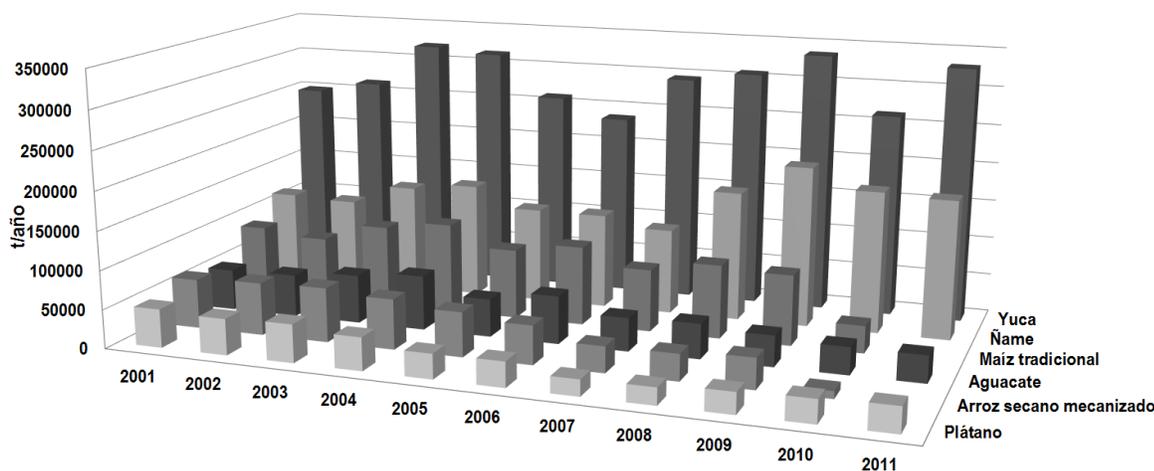


Figura 3. Producción acumulada del departamento de Bolívar para el período 2002-2011 [13].



	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
■ Plátano	49 631	46 560	49 166	42 546	32 042	32 563	21 122	22 084	27 355	29 924	32 538
■ Arroz seco mecanizado	63 681	67 782	70 102	64 720	57 504	50 190	33 789	34 465	39 640	9 672	
■ Aguacate	53 225	54 645	62 745	70 458	49 000	61 858	43 080	45 180	39 992	35 304	34 990
■ Maíz tradicional	89 698	81 926	105 516	116 469	90 422	102 477	80 824	95 236	91 064	35 311	
■ Ñame	116 430	113 620	139 674	149 040	123 718	123 509	111 064	167 961	208 005	183 572	179 983
■ Yuca	249 501	264 135	321 368	315 066	260 261	236 394	295 277	307 354	336 806	263 373	329 954

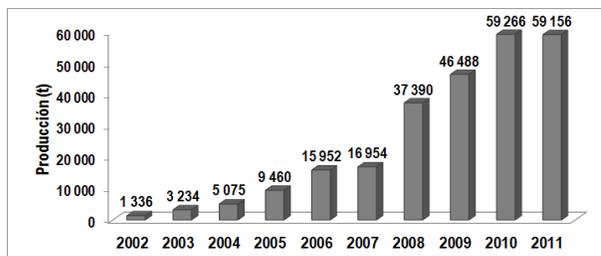
Figura 4. Producción de yuca, ñame, aguacate, maíz tradicional, arroz seco y plátano en el período 2002 - 2011.

Por otro lado, el ñame y la yuca se han categorizado como los productos más estables del Departamento,

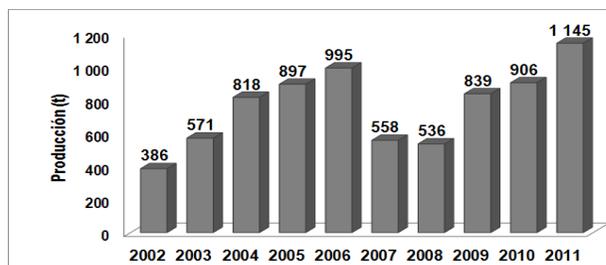
principalmente favorecidos por el clima. La yuca es un cultivo con amplia adaptabilidad a distintos tipos

de condiciones geográficas por lo que no se ve ampliamente afectado por cambios climáticos [15]-[16].

En cuanto a los productos emergentes, el cultivo de palma de aceite aumentó vertiginosamente su producción en los últimos años (Ver Figura 5a) debido a la apertura de la Extractora María la Baja, una agroindustria que procesa el fruto de la palma para la obtención de aceite de cocina, la cual ha generado sostenibilidad para el municipio que lleva su nombre [17]. De igual manera, el cacao se ha posicionado como un cultivo prometedor, pese a que su producción no es significativa aún (Ver Figura 5b). Recientemente un estudio concluyó que los Montes de María es uno de los mejores sitios para cultivar este producto, debido entre otras razones, a su buena distribución de la precipitación [18]. Por este motivo, la gobernación de Bolívar ha destinado recursos para incentivar su producción en busca de posicionarse entre los departamentos con mayor producción a nivel nacional [19]-[20].



a.



b.

Figura 5. Producción anual en el Departamento de Bolívar (período 2002-2011) de: a. Palma africana; b. Cacao.

Residuos de las cadenas productivas de los principales productos agrícolas del departamento de Bolívar

Residuos en la cadena productiva del ñame

Dentro del Departamento de Bolívar, los Montes de María se constituyen como la zona con mayor producción de ñame. En esta región, se encuentran identificadas oficialmente 26 organizaciones de productores del tubérculo; sin embargo, solo seis de dichas organizaciones hacen parte de la red de productores de ñame de la región Caribe (Redproñame), lo cual indica una mínima integración de los pequeños productores, que ha limitado la comercialización de mayores volúmenes de producto y un aumento en los ingresos de los agricultores. Además, en Colombia no se ha encontrado ninguna evidencia de uso industrial de este tubérculo pese a que existen estudios que demuestran su potencial para obtener productos de valor agregado [15].

Según datos aportados por la Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Agricultores (Corporación PBA), a lo largo de la cadena productiva del ñame se generan residuos en

diferentes etapas. Durante la fase de producción, se observa la carencia de tecnologías apropiadas, lo cual conlleva a un mal manejo durante la cosecha y poscosecha del producto, que reduce la eficiencia y el rendimiento del cultivo, y genera pérdidas debido a la remoción de tubérculos dañados o enfermos, los cuales constituyen respectivamente al 3 % y 11 % del total de la producción [21].

De acuerdo a un estudio realizado por Corpoica [22] sobre el contenido de biomasa existente en las dos variedades de ñame cultivadas en la región de los Montes de María, se identificaron también como residuos, el tallo y las hojas que se generan en cada cosecha, los cuales se estiman que corresponden alrededor del 6 % para el ñame espino y 13 % para el ñame criollo (Ver Tabla 2).

Por otro lado, no se conoce un reporte exacto de los volúmenes de compra para un lapso de tiempo requerido por parte de los acopiadores, ya que éstos recogen toda la producción según los requerimientos y disponibilidad de capital. Los residuos identificados en la etapa de acopio incluyen los tubérculos deteriorados por maltrato mecánico, y aquellos generados durante la limpieza de los mismos [21], los cuales también se observan durante su comercialización al por mayor en plazas de mercado, donde existe una demanda que oscila entre 250 y 300

toneladas mensuales; y en cadenas de supermercados, tales como Makro que exige una demanda mensual de ñame tipo exportación de 10 toneladas.

En la comercialización minorista se reconocen dos actores: los comercializadores locales, que demandan un volumen mensual aproximado de 24 toneladas; y los supermercados como el grupo Éxito Carulla Vivero S.A. con una demanda de 12 toneladas mensuales de ñame tipo exportación.

En cuanto a la exportación de este tubérculo, la empresa C. I. LALVIL Ltda., ubicada en la ciudad de Barranquilla se dedica a la exportación de productos agrícolas, entre ellos el ñame. Su principal cliente es la población cubana radicada en la ciudad de Miami, la cual demanda alrededor de 400 toneladas anuales de ñame seleccionado tipo exportación [23].

Residuos en la cadena productiva de la yuca

En el Departamento de Bolívar, la asociación de productores de yuca más reconocida es la Asociación Municipal para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Agricultores (Asomudepas), que reúne a productores de los municipios de San Juan Nepomuceno, San Jacinto y el Carmen de Bolívar [24].

Durante la etapa de producción de yuca se generan residuos debido a la poda de las malezas que se realiza posterior a la siembra, lo cual puede originar una notoria reducción (hasta del 50 %) en el rendimiento del cultivo. Por otro lado, se presentan pérdidas poscosecha, las cuales son una de las principales limitantes de la producción, debido al rápido deterioro fisiológico del tubérculo [24].

Tabla 2. Distribución de la producción de biomasa del cultivo de ñame en la región de los Montes de María [22].

Parte de la planta	Ñame criollo		Ñame espino	
	Producción (t)	Participación (%)	Producción (t)	Participación (%)
Tubérculos comerciales	4428	36.7	12983	51.5
Tubérculos de exportación	4753	39.4	9946	39.5
Tubérculos no comerciales	1331	11.0	784	3.1
Tallo y hojas	1548	12.8	1494	5.9
Total	12060	100	25207	100.0

Generalmente el 20 % del material se destina para consumo animal y un 10 % para autoconsumo; en este último, el principal desecho corresponde a la concha, que representa el 20 % del peso fresco de la raíz [25]. El 70 % restante de la producción se dirige a la agroindustria de secado, y al mercado en fresco (intermediarios y acopiadores), donde la mayor cantidad de desechos se origina durante la limpieza del producto, o por deterioro durante el transporte y almacenamiento del mismo [24].

Una de las agroindustrias que se han desarrollado alrededor de este tubérculo es la producción de almidón de yuca, el cual ha encontrado diversas aplicaciones, tales como adhesivo en la preparación de pegantes, como aditivo en el control del filtrado de fluidos de perforación de pozos petroleros y como materia prima en la producción de alcohol carburante. No obstante, la agroindustria colombiana de la yuca presenta limitaciones debido a la escasez de materia prima, pues la producción se concentra en ciertas épocas del año a causa de la estacionalidad de las

lluvias, y las raíces frescas que se almacenan durante largo tiempo se dañan o pierden valor.

En el año 2004, se llevaron a cabo varios intentos con el fin de poner en marcha agroindustrias para la producción de harina de yuca en toda la Costa Atlántica; específicamente, en Bolívar se trató de abrir una planta en el municipio de San Pablo a cargo de la Compañía Agroindustrial Yuquera de San Pablo S.A., con una capacidad de procesamiento de 3 toneladas de yuca fresca cada hora; sin embargo, no tuvo éxito debido a las limitantes mencionadas anteriormente [16].

Residuos en la cadena productiva del aguacate

En el Departamento de Bolívar, la mayor producción de aguacate se concentra en la región de los Montes de María. Dentro de este sector, el municipio del Carmen de Bolívar fue el mayor productor de este fruto por mucho tiempo; sin embargo, la falta de

tecnificación en las prácticas agrícolas, y los brotes de violencia en la región ocasionaron un notorio decaimiento de su producción a partir del año 2009 [14]. Actualmente, existen organizaciones que agrupan la mayoría de la cosecha del fruto en esta región. Entre ellas se encuentran la Asociación de Productores de Aguacate del Carmen de Bolívar (Apacarból) y la Asociación de productores agrícolas de Macayepo y sus 19 veredas (Asopram 19V).

En el año 2010, mediante un proyecto desarrollado por la Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Productores Rurales (Corporación PBA), las organizaciones productoras de Macayepo (ASOPRAM) y El Tesoro concretaron un negocio con una cadena de supermercados, para producir y comercializar 3055 t de aguacate tipo exportación. Este convenio piloto se convirtió en el origen de nuevas oportunidades de negocio con otros comercializadores [26]-[27].

En general, durante la etapa de producción del aguacate se evidencian como posibles residuos las ramas y hojas. No obstante, cuando el fruto se cosecha directamente, sea con una tijera o cuchilla de forma que se corte por el pedúnculo, no se generan residuos de este tipo. Según datos aportados por la corporación PBA fueron sembradas 4100 ha de aguacate y solo cosechadas 3700 ha en el 2008, por lo que se asume una pérdida poscosecha de 400 ha, que de acuerdo a su rendimiento de 12 t/ha, se tradujeron a pérdidas poscosecha de 4800 t. Las pérdidas poscosecha también se ven reflejadas en la pre-clasificación realizada a los aguacates de acuerdo tamaño, apariencia y grado de madurez [26].

Por otro lado, al finalizar el ciclo productivo del aguacate, que dura alrededor de 12 años, se debe realizar una erradicación de las plantas improductivas, lo que se suma a la lista de posibles residuos generados por el cultivo [28]. Así mismo, durante el transporte y/o acopio, hay fruto que se desecha como resultado del daño mecánico por golpes y carga excesiva en el transporte [29].

Pese a que en Colombia existen agroindustrias, ubicadas principalmente en el departamento de Antioquia [30], que procesan el aguacate para la extracción de aceite virgen, y para la preparación de guacamole [31], este producto agrícola no se utiliza como materia prima en el sector agroindustrial del departamento debido a alta demanda que tiene como producto en fresco.

Residuos en la cadena productiva del plátano

En términos estadísticos, Bolívar no tiene alta participación significativa en la producción nacional de plátano [32]; en el año 2010, produjo alrededor de 29924 toneladas, lo que representó el 1.05 % de la producción del país. No obstante, actualmente, este fruto ocupa el sexto puesto entre los productos agrícolas del departamento.

Durante el proceso de cultivo del plátano se obtiene un volumen significativo de materia residual, el cual es resultado, de los deshojes, repiques y descolines que se realizan para eliminar partes de la planta que pueden afectar la calidad del producto [33]. Asimismo, durante la cosecha de racimos, se estima que el 70 a 80 % de la biomasa de la planta, la cual corresponde a pseudo - tallo, raquis o vástago, y a frutos verdes y maduros residuales que no pasan la preclasificación, queda sin utilizar [34]. Estos residuos algunas veces son aprovechados en las plantaciones como abono verde y alimentación animal; sin embargo, la mayoría del tiempo son incinerados o vertidos a causas sin tratamiento previo, lo que ha desencadenado una problemática ambiental.

En la etapa de comercialización, se identifica como residuo aquellos plátanos deteriorados por daño mecánico y patológico debido a la inadecuada manipulación. En el año 2010, las empresas comercializadoras con mayor recaudo eran Almacenes Éxito y Carrefour [35].

En la región se han identificado dos agroindustrias que procesan plátano, las cuales son Continental Foods y CI Fusión Ltda. [35], sin embargo no se encuentra registro de las posibles emisiones de residuos que generan estas empresas.

Residuos en la cadena productiva del maíz tradicional

El maíz tradicional se produce principalmente en el municipio de Mompo [36], y no se reconoce ninguna entidad organizada que agrupe a los productores de la región de los Montes de María. Para este cultivo, la mano de obra es familiar, y por lo general se desarrolla en minifundios menores a cinco hectáreas, cuyos suelos suelen tener baja fertilidad, y a los cuales se les hace una preparación mínima, arando con bueyes y azadón, y se siembra a chuzo [37]. Comúnmente, de una planta de maíz se aprovecha alrededor del 50 %, el cual corresponde al grano, el resto se considera residuos que suelen utilizarse en la elaboración de artesanías, como alimento para cerdos,

o se quema a cielo abierto. El cultivo preferido para la agroindustria es el maíz tecnificado, cuyo principal residuo suelen ser la tusa. La Tabla 3 muestra una distribución del material en la planta de maíz.

Tabla 3. Composición de una planta de maíz [38].

Estructura de la planta	% Del peso seco del maíz
Panoja o limbos	12.0
Tallo	17.6
Hojas	8.9
Total caña	38.5
Tusa	11.8
Grano	49.7
Total espiga	61.5

Residuos en la cadena productiva del arroz seco mecanizado

En el Departamento de Bolívar, los cultivadores de arroz se encuentran representados por la Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) seccional Magangué [39]. Durante el proceso de producción, se observa que el residuo más significativo que se genera es la paja, la cual es arrojada al campo por la máquina cosechadora después de la trilla del grano [40].

Por otro lado, en el departamento se encuentran varias plantas procesadoras de arroz, entre ellas están: los industriales molineros representados por la Federación de Industriales de Arroz, y la Asociación Nacional de Molineros de Arroz. El principal residuo de estas plantas es la cascarilla, cuya producción corresponde casi al 20 % en peso de la producción total. La cascarilla a granel tiene bajo peso específico (100 kg/m^3), lo que hace que su evacuación y transporte sea un problema por los costos elevados que implica, y por el impacto perjudicial que tiene sobre el medio ambiente, ya que debido a su constitución físico-química es un compuesto de muy difícil biodegradación [41].

Residuos en la cadena productiva del cacao

En el departamento de Bolívar, los principales actores de la cadena productiva del cacao están representados por las asociaciones de productores, entre las cuales se han identificado: Asprocam, Asopram-19v, Asopagro,

Asoagro, Aprocasur y la Junta de Acción Comunal [42].

Dentro de la cadena productiva, principalmente en la etapa de cultivo y cosecha, hay baja productividad, desorganización comercial, altos niveles de enfermedad y baja densidad de siembra. Actualmente el procesamiento del cacao es ineficiente por falta de mano de obra, lo cual limita el despunte, deschuponada y supresión de plantas parásitas. Durante la explotación cacaotera solo se aprovecha económicamente la semilla, que representa aproximadamente un 10 % del peso del fruto fresco [43], por lo que esta actividad genera una gran cantidad de residuos. Esta circunstancia se ha traducido en serios problemas ambientales tales como la aparición de olores fétidos y el deterioro del paisaje, así como también problemas de disposición [44]. Los desechos generados son ocasionados en su mayoría por la cáscara, considerada un foco para la propagación de *Phytophthora spp.*, que a su vez es la causa principal de pérdidas económicas. Se ha estimado que las pérdidas poscosecha pueden llegar a ser superiores al 50 % debido a problemas fitosanitarios [42].

La producción de cacao en la región es reciente y se están presentando iniciativas para su fortalecimiento. Las agroindustrias que participan en la región son: Casa Luker y la Compañía Nacional de Chocolates. Adicionalmente existen proyectos que están incursionando en la región, en especial uno que tiene como meta establecer en Cartagena una fábrica que produzca licor de cacao para exportación [42]. Se identificó como residuo agroindustrial la fibra dietaria, que constituye la cáscara de la semilla, y es retirada inmediatamente después de la etapa de tostado [20], [45].

Residuos en la cadena productiva de la palma de aceite

La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) es quien agrupa y representa la mayoría de la palmicultura colombiana [46]. La cadena productiva de este cultivo se encuentra bien organizada en el departamento de Bolívar. La extractora de aceite Marialabaja es la principal agroindustria de toda la región, y se posiciona como un motor de desarrollo prometedor para el municipio que lleva su nombre [17].

La palma de aceite es un cultivo que genera altos volúmenes de residuos agrícolas y agroindustriales. Durante la etapa de producción, al completar el ciclo productivo de la planta, entre 25 y 30 años, se realiza

la renovación de las plantaciones, para lo cual se erradican las palmas viejas. La práctica común consiste en inyectar un químico para acelerar el proceso.

Por otra parte, en la agroindustria, durante el procesamiento del fruto se emiten cantidades considerables de raquis (racimos vacíos), el cual suele utilizarse como abono para el mismo cultivo; también se han identificado otros usos, tales como carbón vegetal, como material para compostaje, y para artesanías; pero no representan ganancias significativas para la cadena [47]. Asimismo, se genera como residuos posteriores a la etapa de extracción del aceite, la fibra del fruto y la cascarilla de la semilla, los cuales se utilizan en algunas ocasiones como combustible en las calderas, lo que suele generar altas cantidades de monóxido de carbono y material particulado, que se emiten a la atmósfera del sector. En general, todos estos residuos se han convertido en un problema ambiental debido al inadecuado manejo y disposición [48].

El estudio de las cadenas productivas identificó que la mayoría de los residuos que se generan en los principales cultivos del departamento incluyen tallo, ramas, hojas, racimos vacíos, cáscaras, fibra, frutos en descomposición y frutos que no cumplen estándares de calidad. Según los datos encontrados, esta cantidad de residuos puede constituir alrededor del 50 % de una producción, lo que representa un volumen considerable de material lignocelulósico, que suele desperdiciarse, pero que puede ser potencialmente útil como materia prima para la obtención de productos de valor agregado.

Con base en las propiedades evidenciadas por diferentes estructuras vegetales, recientes investigaciones han explorado múltiples aplicaciones de este tipo de material, que incluyen la obtención de compuestos de interés para la industria alimenticia, farmacéutica, biotecnológica, química, energética, entre otras. Para nombrar solo unos ejemplos, se encuentra:

Biopolímeros, películas y recubrimientos plastificados a partir de almidón de ñame, yuca y papa [49]-[56].

Bioadsorbentes para remediación de aguas contaminadas con colorantes, metales pesados y aceites utilizando cáscaras de ñame [57], semillas de aguacate [58], y otros materiales residuales.

Producción de biogás como fuente de energía a partir de residuos de frutas y hortalizas [59]-[60].

Alimentos para animales a partir de cáscaras de ñame y yuca, mazorca y tallo de maíz, vainas de cacao,

cáscara de plátano y restos fermentados de maíz [61-62].

Extracción de antioxidantes de cáscaras y semillas de frutas, y subproductos del cacao [63-64].

Obtención de celulosa y hemicelulosa para la producción de biocombustibles a partir de rastrojo de maíz, yuca amarga, bagazo de caña, paja de cereales [65-67].

Ceniza de cascarilla de arroz, ceniza de raquis de palma africana y fibra de coco como aditivos en la formulación de concretos [68].

En el mundo, muchas de estas investigaciones han llegado hasta el nivel de la evaluación técnica a escala de laboratorio reportando buenos resultados; no obstante, la puesta en marcha de proyectos productivos se ha retrasado en varios países por limitantes de tipo organizacional. Naciones como Colombia, y específicamente el Departamento de Bolívar muestran un serio rezago en el sector agrícola; sólo aquellas cadenas productivas que muestran una consolidada estructura logran ser competitivas para el mercado local e internacional, este es el caso de la agroindustria del café, la caña de azúcar y la palma africana, los cuales se han fortalecido en todos sus espacios mediante organización estratégica, logística, redes de mercado y centros de investigación.

El departamento de Bolívar, tiene el potencial para fortalecer muchas de sus cadenas productivas; de hecho, como se mencionó previamente, dispone de facilidad en las vías de acceso a diferencia de otros departamentos de Colombia más limitados por su geografía. A pesar de que la agricultura generalmente no es de tipo extensivo, las comunidades rurales, con el apoyo y la instrucción de entidades gubernamentales, académicas, científicas y técnicas, pueden lograr consolidar proyectos realmente viables. Entonces, el objetivo final debe ser establecer estructuras organizacionales que permitan producir material vegetal aprovechable en toda su extensión, de manera que los productos principales mejoren su calidad, y lo que algún día se consideró residuo, se convierta en una materia prima para productos de alto valor. Muchos de estos productos pueden tener salida a otros sectores industriales del país, o ser de autoconsumo; un caso simple, es la generación de combustible como biogás para el consumo en fincas o para la generación de energía eléctrica, aprovechando los incentivos del gobierno que respalda la Ley 1715 de 2014.

Queda un considerable camino por recorrer sobre el cual es necesario trabajar a un ritmo acelerado para no quedar en el rezago, deben analizarse

estratégicamente las alternativas más válidas para la recolección de la materia prima, los usos más favorables para su destino, los requerimientos del mercado, la frecuencia de disposición de material residual, y las demás limitantes relacionados con la actividad.

Conclusiones

En el diagnóstico realizado al sector agrícola del departamento, se encontró que los cultivos agrícolas con mayor producción en la región son: yuca, ñame, aguacate, maíz, plátano y arroz mecanizado. Así mismo la palma de aceite y el cacao fueron identificados como productos emergentes por su incremento en la producción y sus perspectivas de inversión.

Se determinó que en la región no se encuentran contabilizados los residuos agrícolas que se emiten. Sin embargo, fueron encontrados algunos datos que permite estimar la cantidad de material residual que se genera.

La falta de estandarización y tecnificación de procedimientos, que a su vez afecta el rendimiento de los cultivos, ha limitado la consolidación de las agroindustrias, esto sumado a la falta de organización y planeación del gobierno en los proyectos que fomentan la creación de las mismas.

Bolívar posee un gran potencial para el desarrollo de la agricultura. Es necesario impulsar en el sector proyectos de investigación e inversión por diferentes actores de tipo gubernamental, académico y comercial, que fomenten el avance tecnológico de la región, abriendo puertas para ahondar en las cadenas mencionadas e investigar sobre el aprovechamiento de los residuos agrícolas, lo que permitiría el desarrollo e integración de varias cadenas productivas en la región.

Referencias

- [1] Mejía, R. (2010) Una locomotora que impulsa el desarrollo del país, *Revista Nacional de Agricultura* 956, 4.
- [2] Restrepo, J. M. (2010) Una Política Integral de Tierras para Colombia, In *XLV Convención Bancaria*, Asobancaria, Cartagena.
- [3] Proexport, and SAC. (2012) Sector Agroindustrial Colombiano, Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC) y Proexport Colombia.
- [4] SAC. (2014) Balance y perspectivas del sector agropecuario 2013 - 2014, Sociedad de Agricultores de Colombia.
- [5] Galvis, L. A. (2009) Geografía Económica del Caribe Continental, In *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional* (Banco de la República - Centro de Estudios Regionales (CEER), Ed.), p 82, Banco de la República, Cartagena.
- [6] Gobernación de Bolívar. (2012) Zodes de Bolívar, Cartagena de Indias.
- [7] Gobernación de Bolívar. (2012) Mapa de las Zodes Bolívar.
- [8] Hayami, H., Nakamura, M., and Nakamura, A. O. (2014) Economic performance and supply chains: The impact of upstream firms' waste output on downstream firms' performance in Japan, *International Journal of Production Economics In Press*.
- [9] Iye, E., and Bilsborrow, P. (2013) Cellulosic ethanol production from agricultural residues in Nigeria, *Energy Policy* 63, 207-214.
- [10] Singh, D. P., and Trivedi, R. K. (2014) Biofuel from Wastes an Economic and Environmentally Feasible Resource, *Energy Procedia* 54, 634-641.
- [11] Gobernación de Bolívar. (2012) Informe de Rendición de Cuentas, Gobernación de Bolívar, Cartagena.
- [12] Agronet. (2012) Principales departamentos productores.
- [13] Agronet. (2012) Producción Agrícola de Bolívar.
- [14] Yabrudy, J. (2012) El Aguacate en Colombia: Estudio de Caso de los Montes de María, en el Caribe Colombiano., In *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional* (Banco de la República - Centro de Estudios Regionales (CEER), Ed.), p 35, Banco de la República, Cartagena.
- [15] Reina, Y. C. (2012) El cultivo de ñame en el Caribe colombiano, *Documentos de trabajo sobre Economía Regional* 168, 21-22.
- [16] Aguilera, M. (2012) La yuca en el Caribe colombiano: de cultivo ancestral a agroindustrial, In *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional* (Banco de la República - Centro de Estudios Regionales (CEER), Ed.), p 57, Banco de la República, Cartagena.
- [17] Figueroa, H. (2009) Palma, motor Marialabaja, In *El Universal*, Cartagena.
- [18] Pinzon, J. O. (2011) Mayores Oportunidades del cacao, *Revista Nacional de la Federación Nacional de Cacaoteros* 10, 4.
- [19] Gobernación de Bolívar. (2012) Plan de Desarrollo del Departamento de Bolívar, Gobernación de Bolívar, Cartagena.
- [20] Fonseca, S. L., Arraut, L. C., Contreras, C. A., Correa, Z., and Castellanos, O. F. (2011) *Balance tecnológico de la cadena productiva y agroindustrial del cacao en el departamento de Bolívar*, Javegraf, Bogotá.
- [21] Ministerio de Comercio e Industria de Panamá. (2012) Ñame.
- [22] Corpoica. (2003) Concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de achira (*Canna edulis*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y ñame (*Dioscorea* sp.), p 104, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Tibaitatá.
- [23] Corporación PBA. (2011) Cadena de valor del ñame, In *Análisis de las cadenas productivas promisorias de aguacate, ají, cacao, mango, yuca, ñame y plátano en los municipios de San Onofre y Ovejas, en el departamento de Sucre y San Jacinto en el departamento de Bolívar*, Corporación PBA, Bogotá.
- [24] Corporación PBA. (2011) Cadena de valor de la yuca, In *Análisis de las cadenas productivas promisorias de aguacate,*

- ají, cacao, mango, yuca, ñame y plátano en los municipios de San Onofre y Ovejas, en el departamento de Sucre y San Jacinto en el departamento de Bolívar*, Corporación PBA.
- [25] Hershey, C. H. (1991) Mejoramiento Genético de la Yuca, In *Yuca en el Tercer Milenio* (CIAT, E., Ed.), pp 295-325, Cali.
- [26] Corporación_PBA. (2010) Aguacate en Montes de María, exitosa experiencia, Corporación PBA.
- [27] Corporación_PBA. (2010) Productores de aguacate inician actividades de comercialización con Carrefour, Corporación PBA.
- [28] Gobernación_del_Valle_del_Cauca. (2012) El Aguacate.
- [29] Cerdas, M. M., Montero, M., and Díaz, E. (2006) *Manual de Manejo Pre y Poscosecha de Aguacate (Persea americana)*, San José de Costa Rica.
- [30] Bernal, J. A., and Londoño, M. (2012) Primera Sociedad Agraria de Transformación en el Oriente Antioqueño.
- [31] Sandoval, A., Forero, F., and García, J. (2010) *Postcosecha y Transformación de Aguacate: Agroindustria Rural Innovadora*, Corpoica, Espinal (Tolima).
- [32] Martínez, H. J. (2005) La cadena del plátano en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005.
- [33] Escalante, R. (2004) El Plátano - Su cosecha y poscosecha en la cadena agroindustrial, pp 11-13.
- [34] Mazzeo, M., León, I., Mejía, L. F., Guerrero, L. E., and Botero, J. D. (2010) Aprovechamiento Industrial de Residuos de Cosecha y Poscosecha del Plátano en el Departamento de Caldas, *Revista Educación en Ingeniería* 9, 128-139.
- [35] Corporación_PBA. (2011) Cadena de valor del plátano, In *Análisis de las cadenas productivas promisorias de aguacate, ají, cacao, mango, yuca, ñame y plátano en los municipios de San Onofre y Ovejas, en el departamento de Sucre y San Jacinto en el departamento de Bolívar.*, Corporación_PBA.
- [36] Ministerio_de_Comercio, I. y. T. (2012) El maíz, otra razón de orgullo para Mompox.
- [37] Salgar, L. M. (2005) El cultivo de maíz en Colombia, In *Grupo Semillas*, Bogotá.
- [38] Manterola B., H., Cerda A., D., and Mira J., J. (1999) *Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes*, Santiago de Chile.
- [39] Fedearroz. (2012) Mapas seccionales, (Federación_Nacional_de_Arroceros, Ed.), Bogotá.
- [40] Vicini, L. E. (2005) Manejo de los Rastrojos: Distribución de Residuos durante la Cosecha, Manfredi (Argentina).
- [41] Sierra, J. (2009) Alternativas de aprovechamiento de la cascarilla de arroz en Colombia, In *Departamento de Ingeniería Agrícola*, p 94, Universidad de Sucre, Sincelejo.
- [42] Corporación_PBA. (2011) Cadena de valor del cacao, In *Análisis de las cadenas productivas promisorias de aguacate, ají, cacao, mango, yuca, ñame y plátano en los municipios de San Onofre y Ovejas, en el departamento de Sucre y San Jacinto en el departamento de Bolívar.*, Corporación PBA.
- [43] Vriesmann, L. C., Teófilo, R. F., and Petkowicz, C. L. d. O. (2011) Optimization of nitric acid-mediated extraction of pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) using response surface methodology, *Carbohydrate Polymers* 84, 1230-1236.
- [44] Barazarte. (2008) La cascara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas, *Archivos latinoamericanos de nutrición organo oficial de la sociedad latinoamericana de nutrición* 58, 64-70.
- [45] Ruiz, J. (2011) Cacao: de chocolate a combustible, In *UN Periódico*.
- [46] FEDEPALMA. (2012) La Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.
- [47] Mesa, J. (2009) Situación y perspectivas de la agroindustria de la palma de aceite.
- [48] Bayona, O. L., and Sánchez, M. J. (2006) Activación física del raquis de palma africana (*Elaeis Guineensis*) para la obtención de carbón activado, In *Facultad de Ciencias*, p 80, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- [49] Mali, S., Grossmann, M. V. E., García, M. A., Martino, M. N., and Zaritzky, N. E. (2006) Effects of controlled storage on thermal, mechanical and barrier properties of plasticized films from different starch sources, *Journal of Food Engineering* 75, 453-460.
- [50] Mali, S., Grossmann, M. V. E., García, M. A., Martino, M. N., and Zaritzky, N. E. (2004) Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films, *Carbohydrate Polymers* 56, 129-135.
- [51] Mali, S., Grossmann, M. V. E., García, M. A., Martino, M. N., and Zaritzky, N. E. (2005) Mechanical and thermal properties of yam starch films, *Food Hydrocolloids* 19, 157-164.
- [52] Fu, Y.-C., Huang, P.-Y., and Chu, C.-J. (2005) Use of continuous bubble separation process for separating and recovering starch and mucilage from yam (*Dioscorea pseudojaponica* yamamoto), *LWT - Food Science and Technology* 38, 735-744.
- [53] Fu, Y.-C., Ferng, L.-H. A., and Huang, P.-Y. (2006) Quantitative analysis of allantoin and allantoic acid in yam tuber, mucilage, skin and bulbil of the *Dioscorea* species, *Food Chemistry* 94, 541-549.
- [54] Huang, C.-C., Lai, P., Chen, I. H., Liu, Y.-F., and Wang, C.-C. R. (2010) Effects of mucilage on the thermal and pasting properties of yam, taro, and sweet potato starches, *LWT - Food Science and Technology* 43, 849-855.
- [55] Yeh, A.-I., Chan, T.-Y., and Chuang, G. C.-C. (2009) Effect of water content and mucilage on physico-chemical characteristics of Yam (*Dioscorea alata* Purpurea) starch, *Journal of Food Engineering* 95, 106-114.
- [56] Nussinovitch, A. (2013) 13 - Biopolymer Films and Composite Coatings, In *Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics* (Ebnesajjad, S., Ed.), pp 295-327, William Andrew Publishing, Boston.
- [57] Anastopoulos, I., and Kyzas, G. Z. (2015) Agricultural peels for dye adsorption: A review of recent literature, *Journal of Molecular Liquids*.
- [58] Elizalde-González, M. P., Mattusch, J., Peláez-Cid, A. A., and Wennrich, R. (2007) Characterization of adsorbent materials prepared from avocado kernel seeds: Natural, activated and carbonized forms, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 78, 185-193.
- [59] Ge, X., Matsumoto, T., Keith, L., and Li, Y. (2014) Biogas energy production from tropical biomass wastes by anaerobic digestion, *Bioresource Technology* 169, 38-44.
- [60] Hu, Y., Pang, Y., Yuan, H., Zou, D., Liu, Y., Zhu, B., Chufu, W. A., Jaffar, M., and Li, X. (2015) Promoting anaerobic biogasification of corn stover through biological pretreatment

- by liquid fraction of digestate (LFD), *Bioresource Technology* 175, 167-173.
- [61] Mekasha, Y., Tegegne, A., Yami, A., and Umunna, N. N. (2002) Evaluation of non-conventional agro-industrial by-products as supplementary feeds for ruminants: in vitro and metabolism study with sheep, *Small Ruminant Research* 44, 25-35.
- [62] Onwuka, C. F. I., Adetiloye, P. O., and Afolami, C. A. (1997) Use of household wastes and crop residues in small ruminant feeding in Nigeria, *Small Ruminant Research* 24, 233-237.
- [63] Balasundram, N., Sundram, K., and Samman, S. (2006) Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses, *Food Chemistry* 99, 191-203.
- [64] Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Domínguez, J. M., Sineiro, J., Domínguez, H., José Núñez, M. a., and Parajó, J. C. (2001) Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry* 72, 145-171.
- [65] Arifin, Y., Tanudjaja, E., Dimiyati, A., and Pinontoan, R. (2014) A Second Generation Biofuel from Cellulosic Agricultural By-product Fermentation Using Clostridium Species for Electricity Generation, *Energy Procedia* 47, 310-315.
- [66] Ho, D. P., Ngo, H. H., and Guo, W. (2014) A mini review on renewable sources for biofuel, *Bioresource Technology* 169, 742-749.
- [67] Thomsen, S. T., Kádár, Z., and Schmidt, J. E. (2014) Compositional analysis and projected biofuel potentials from common West African agricultural residues, *Biomass and Bioenergy* 63, 210-217.
- [68] Torkaman, J., Ashori, A., and Sadr Momtazi, A. (2014) Using wood fiber waste, rice husk ash, and limestone powder waste as cement replacement materials for lightweight concrete blocks, *Construction and Building Materials* 50, 432-436.