

Año 26 No. 93
Enero-Marzo, 2021



Año 26 No. 93

Enero-Marzo, 2021



ANIVERSARIO

Revista Venezolana de Gerencia



UNIVERSIDAD DEL ZULIA (LUZ)
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Centro de Estudios de la Empresa

ISSN 1315-9984

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es_ES



Gestión para la Producción de biocombustibles 2G: revisión del escenario tecnológico y económico

Melendez, Jesus R.*
Velasquez-Rivera, Jorge**
El Salous, Ahmed***
Peñalver, Alberto****

Resumen

Actualmente existe un crecimiento mundial en el consumo de energía y son los biocombustibles la alternativa viable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles, minimizar el impacto ambiental negativo e incrementar el uso de fuentes de energía alternativas. El etanol ha sido parte de esta solución, y su producción industrial evoluciona según el tratamiento aplicado a la materia prima. La producción de segunda generación (2G) a partir del material lignocelulósico es una alternativa que promete grandes oportunidades y rendimiento del biocombustible. Sin embargo, el tratamiento de la biomasa es costoso al compararlo con los métodos de producción de primera generación (1G). El objetivo se focalizó en describir los avances tecnológicos y el escenario económico que define la gestión empresarial habilitada para la producción del biocombustible de 2G. La metodología se basó en una revisión sistemática de literatura, con nivel descriptivo. Los resultados enfatizaron que la gestión agro-industrial dirigida a la producción de etanol dependerá de consideraciones relacionadas con la disponibilidad de recursos económicos, tecnológicos, de innovación y de su relación con los stakeholders. Se concluye que en las próximas décadas se logre un mayor

Recibido: 20.06.20 Aceptado: 20.11.20

* Doctor en Gerencia, Magister en Gerencia de las Finanzas y Negocios, Ingeniero Agroindustrial. Profesor en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Email: jesus.melendez@cu.ucsg.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-5513>. *Autor de correspondencia.

** Doctor en Alimentos. Magister en Alimentos. Ingeniero Agropecuario. Profesor en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Email: jorge.velasquez02@cu.ucsg.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3500-8403>.

*** PhD en Proyectos, Bsc de ciencias de plantas. Profesor en la Universidad Agraria del Ecuador. Director del Instituto de Investigación. Email: elsalous@uagraria.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7395-5420>.

**** Doctor en Ciencias Forestales. Ingeniero Agrónomo. Profesor en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Email: alberto.penalver01@cu.ucsg.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6000-7912>.

desarrollo tecnológico a bajo costo. Por ahora la eficiencia en la producción de etanol 2G y las combinaciones de métodos de producción de etanol 1G-2G pudiera significar un elemento clave para complementar la demanda energética de los países que la requieran.

Palabras clave: gerencia; etanol; biocombustible; gestión industrial; tecnología.

Management for the Production of 2G biofuels: review of the technological and economic scenario

Abstract

There is currently world growth in energy consumption, and biofuels are the viable alternative to reduce dependence on fossil fuels, minimize negative environmental impact, and increase the use of alternative energy sources. Ethanol has been part of this solution, and its industrial production evolves according to the treatment applied to the raw material. Second-generation (2G) production from lignocellulosic material is an alternative that promises great opportunities and performance from biofuel. However, biomass treatment is costly when compared to first-generation (1G) production methods. The objective was focused on describing the technological advances and the economic scenario that defines the business management enabled to produce 2G biofuel. The methodology was based on a systematic review of the literature, with a descriptive level. The results emphasized that agro-industrial management aimed at ethanol production will depend on considerations related to the availability of economic, technological, and innovation resources and its relationship with stakeholders. It is concluded that greater technological development will be achieved in the coming decades at a low cost. For now, the efficiency in 2G ethanol production and the combinations of 1G-2G ethanol production methods could mean a key element to complement the energy demand of the countries that require it.

Keyword: management; ethanol; biofuel; industrial management; technology.

1. Introducción

La gestión agro-industrial abarca la producción de biocombustibles a partir del procesamiento industrial de materias primas agrícolas. Estas tendencias de bioproducción pueden

fortalecer las cadenas de valor en la producción agrícola de un país (Devaux et al, 2018), al estar relacionadas con el aprovechamiento de la biomasa en un contexto empresarial de desarrollo sostenible (Mittal, 2013).

El consumo interno de los

países, y la demanda internacional de biocombustibles como el etanol, el cual puede ser agregado como parte de la mezcla de la gasolina (5-10%) y en algunos casos se emplea como combustible directo para los motores automotrices, está en ascenso. Por lo tanto se están masificando la implementación de métodos industriales para la obtención de etanol a partir de tecnología de primera generación (1G) y de segunda generación (2G). La producción de etanol 1G permite altos rendimientos en la producción del biocombustible (Wasiak, 2017), y emplea materias primas como la azúcar de la caña, maíz y azúcar de la remolacha, sin embargo, los métodos de extracción de etanol están siendo reemplazados por nuevos métodos de procesamiento industrial, que permiten la obtención de etanol, a partir de la celulosa presente en la mayoría de los productos de descarte de las materias primas empleadas para la producción de azúcar.

Esta realidad productiva, puede incidir negativamente en algunos países que presentan un bajo desarrollo en su producción de materias primas agrícolas, comprometiendo la seguridad alimentaria, cuando se generan desequilibrios y competencias entre la industria de alimentos y la de producción de biocombustibles (Cherubini, 2010). Esta situación ha generado estrategias gerenciales que promueven la producción de etanol a partir de métodos 2G y en algunos casos, métodos combinados de 1G y 2G, en búsqueda de obtener más etanol con la misma cantidad de caña de azúcar, sin necesidad de dar un mayor uso de la tierra cultivable (Tapia & Simone de Souza, 2019).

Desde esta perspectiva, se reconocen factores complejos como la infraestructura, tecnologías, la viabilidad

económica y comercial (Mungodla et al, 2019) y de recursos para la producción del etanol, los cuales constituyen limitaciones ante las prácticas de una gestión industrial pertinente que podrá requerir estrategias que beneficien a las empresas en sus procesos económicos, financieros y ecológicos (Lokesh et al, 2015).

Por lo tanto, la bioproducción de etanol 2G, comprende principios de gestión empresarial, y de nuevas prácticas agrícolas integrales que abarquen estudios en la composición de suelos (Mátyás et al, 2020; Mendoza, Guananga, Melendez & Lowy, 2020a; Mendoza et al, 2020b; Kincses et al, 2020) que permitan mejores eficiencias en la producción de cultivos destinados a la producción de etanol y la promoción de modelos comerciales sostenibles (Lopes et al, 2016; Melendez et al, 2020), junto a la disminución de impactos ambientales que pudiera lograrse al reemplazar la producción de energía de origen fósil por biocombustibles alternativos (El Khatib et al, 2018).

En este sentido, los objetivos se focalizaron en describir los avances tecnológicos y el escenario económico que define la gestión empresarial habilitada para la producción del biocombustible de 2G. La metodología de investigación comprendió una revisión sistemática de la literatura, con nivel descriptivo. Se consideraron revistas indexadas de las bases de SCOPUS, y otras bases. El periodo de consulta comprendió los años 2010-2020. El diseño del estudio se basó en una metodología validada para la redacción de paper (Day, 2007). El proceso de la revisión sistemática siguió los razonamientos de Cronin, Ryan, & Coughlan, (2008), ajustados según los siguientes criterios: (1) Consulta de

revistas científicas, (2) Organización del material investigativo (3) Interpretación y argumentación y (4) Triangulación del material revisado. Finalmente se concretó el (5) Análisis holístico del material consultado.

2. Producción de Etanol: Alternativas de Bioproducción

La situación preocupante por el consumo de energía global, los problemas ambientales derivados del uso de los recursos petroleros y de los altos costos de refinación de combustibles fósiles, han permitido desarrollar alternativas sostenibles en la producción de biocombustibles como el etanol (Kuchler, 2014).

La alternativa se concentra en la subcategoría asociada a la gestión sostenible y bioprodutiva del etanol, desde la tecnología de producción 1G (primera generación) a la 2G (segunda generación). La industria productora de etanol 1G emplea materias primas como el azúcar de la caña, sin embargo, los avances tecnológicos han permitido alcanzar otros métodos los cuales combinan la diversidad de fuentes de materias primas celulósicas como la madera, pasto y otros materiales orgánicos (Barros, Gil-Alana, & Wanke, 2018) que provienen de desechos agroindustriales, los cuales, dadas sus propiedades y los bajos costos, los hace atractivos por la reducción de la contaminación ambiental.

En este orden de ideas, Domínguez-Bocanegra, Torres-Muñoz, & Aguilar López, (2014) situaron sus experiencias de gestión para la producción de etanol, al utilizar los residuos derivados del agua de coco, zumo de piña y jugo de atún. Igualmente, el estudio de Carrillo-Nieves et al, (2017) consideraron el

tratamiento productivo de etanol con énfasis en el pre-tratado después de la maceración a la corteza del tallo de mango, e incluyeron la hidrólisis y la fermentación separada, la sacarificación y la fermentación simultáneas. También se conoce en los resultados de Cerqueira et al, (2015) que existe una perspectiva favorable de la misma producción de la biomasa lignocelulósica de la caña de azúcar como potencial viable en lo económico.

En esta dirección también se evidencian investigaciones utilizando el bagazo de yuca como biomasa para la producción de biocombustibles, al producir etanol a partir de este residuo (Martínez et al, 2018). Según Väisänen, Valtonen, & Soukka, (2012), otra alternativa evaluada se distingue en la subcategoría relacionada a la evaluación de la emisión de carbono en dos rutas de conversión de etanol, la primera desde la producción de etanol a partir de chips prehidrolizados, con procesamiento de celulosa, la segunda ruta conformada por el etanol que se produce a partir de residuos forestales por hidrólisis ácida suave o una segunda vía de producción de etanol por hidrólisis ácida fuerte.

Los resultados propuestos por Canilha et al, (2012) se focalizaron en evaluar alternativas de producción de etanol con métodos combinados de 1G y 2G a partir de residuos agrícolas, como la paja de caña de azúcar y el bagazo, y se evalúa los componentes tecnológicos para mejorar las eficiencias de los eventos energéticos de alto consumo como la evaporación y la destilación, al tiempo de no emplearse materias primas que compitan con las demandas de alimentos. Sin embargo, los desafíos de la bioconversión eficiente sugieren tecnologías para el tratamiento previo ligadas a la producción de etanol a

partir de materias primas lignocelulósicas mediante fermentación. No obstante, los resultados de Westman et al, (2017) demostraron que la disminución de la producción de etanol hacia el final del proceso, se relaciona por la pérdida de la viabilidad celular.

Otras experiencias innovadoras para la producción de etanol combustible, utilizaron el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) una maleza natural que busca principalmente usarse para la producción de biocombustibles por su caracterización de alto rendimiento de biomasa y su bioconversión para producir un combustible de segunda generación con la implementación de tecnología apropiada (Das et al, 2016).

Todas estas singularidades en la gestión productiva de etanol, son reconocidas como fuente alternativa de energía. Por lo tanto, algunos autores como Dias et al, (2012) sostienen algunas ventajas significativas al producir etanol 1G, derivadas al compartir instalaciones de concentración, fermentación, destilación, almacenamiento y cogeneración. Aunque la gestión industrial muestra evidencia relevante en la promoción de la producción de los biocombustibles a partir del material lignocelulósico con métodos de manufactura de segunda generación (2G) como una alternativa de energía bioproductiva (Rodríguez et al, 2017).

En relación a estas evidencias, la gestión del proceso de producción de etanol dependerá de la capacidad financiera del sector etanolero para adoptar la alternativa de producir etanol 2G de forma única ó combinando con las alternativas de primera generación (1G) existente en el mercado. Se plantea un escenario, que debe garantizar la sustentabilidad de estos procesos industriales, y ambiental,

desde la perspectiva del agro, como de la sociedad consumidora de estos alimentos, que podrían ser empleados como alternativa de producción de energía.

3. Gestión en la Producción de Etanol de segunda generación: Realidad Económica

Los precios internacionales del petróleo crudo influyen en términos nominales sobre la demanda de combustibles como la gasolina y el diésel en países desarrollados y en menor proporción en los países latinoamericanos donde existen subsidios importantes a los combustibles. Datos aportados por OCDE/FAO, (2017), se estima que, en este mercado fluctuante de energía, los biocombustibles para el año 2026 podrían mantener un precio con tendencia ascendente, haciéndolos más rentables.

Otras cifras reflejan que, en el año 2016, el 80 % de la demanda mundial de energía correspondió al grupo de combustibles fósiles y de este porcentaje, el 60 % lo consumió el sector transporte (Zabed et al, 2016). Esto evidencia un espacio de crecimiento considerable para la producción de fuentes de energía alternativas como el etanol para cubrir esta demanda.

En este contexto internacional, se prevé una proyección de crecimiento en la producción global de etanol. La estimación de la producción general de etanol (incluyendo la producción a base de jugos de azúcar y de material lignocelulósicos) en el mundo podría pasar de 120 Mml (miles de millones de litros) en 2016 a unos 137 Mml (miles de millones de litros) en 2026. Esta

proporción en volumen estaría repartida para año 2026, y según la fuente de la materia prima en un 55% en maíz y 35% en cultivos de azúcar (OCDE/FAO, 2017). Se debe considerar que estas cifras reflejan un volumen total de producción con métodos de producción que consideran los métodos 1G y 2G ya descritos.

Actualmente, solo se producen cantidades insignificantes de bioetanol de segunda generación. La empresa Borregaard ubicada en Noruega reporta una producción industrial anual de 20.000 m³ (Rødsrud, Lersch, & Sjøde, 2012). Otras corporaciones en el mundo se dedican a la gestión, investigación y producción de etanol celulósico (2G) a una economía de escalas, estas son, Raízen (Brasil), Poet DSM (Estados Unidos), GranBio (Brasil), Dupont (Estados Unidos), Beta Renovables (Italia), Abengoa (Estados Unidos) (Carvalho e Ishikawa 2019). Sin embargo, la gestión industrial dependerá de los retos de la producción para adoptar tecnologías que procesen etanol a partir de la mejora de métodos químicos enzimáticos (Cortez & Baldassin, 2016).

Este escenario de producción y economía representa un reto para la gestión general de las organizaciones que participan en este sector de los biocombustibles. Es aquí donde la situación productiva relacionada con las nuevas realidades económicas de las empresas, se estructuran desde el nivel estratégico de la organización a partir de la visión del gerente (Tito et al, 2020) con el objetivo de interpretar los procesos de transformación productiva desde la concertación estratégica (Pozo et al, 2020) las cuales comprenden el rendimiento de equipos y materias primas, eficiencia, costos en la gestión de la cadena productiva (Manrique et al,

2019) y precios futuros que el mercado estén dispuesto a pagar (Work, Hauer, & Luckert, 2018) por el etanol 2G.

En cuanto a la producción de etanol 2G, el proceso está actualmente limitado por desafíos técnicos y económicos. Los principales factores incluyen la composición variable de la biomasa, el costo de la materia prima lignocelulósica, incluido su transporte, (Robak, & Balcerek, 2018). Los estudios de Rocha-Meneses et al, (2017), exponen que el mayor desafío en la producción de bioetanol a partir de material lignocelulósico, se refiere a los residuos de biomasa obtenidos del proceso de destilación, pues éstos siguen teniendo valor energético posible de incorporar en la cadena de producción con aportación económica al proceso productivo.

No obstante, la gestión industrial para la producción de etanol deberá considerar la realidad económica de la organización, específicamente su disponibilidad recursos financieros, de infraestructuras y maquinarias (Dragone et al, 2020) sin dejar atrás el mantenimiento de estrictos estándares de calidad en la aplicación de la manufactura industrial basada en los procesos de sacarificación, fermentación y destilación, los cuales representan un reto de eficiencia en la obtención de etanol 2G (Afdhol et al, 2019; Vieira et al, 2020).

Las nuevas expectativas encontradas en las investigaciones citadas muestran la gestión de la producción de biocombustibles a partir del material celulósico contenido en los principales materiales de descarte de la industria procesadora de alimentos, se divide en gestionar la producción de biocombustibles de 1G o 2G, y ello dependerá de los costos operativos viables, el desarrollo de maquinaria

y la participación de los productores agrícolas interesados (Ramos et al, 2016).

Por lo tanto, las decisiones gerenciales para seleccionar el método de fabricación del etanol 2G, definen un modelo de planificación estratégica, el cual deberá evaluar el entorno factible para su producción, basándose en el escenario establecido por la capacidad deseable, las evaluaciones económicas (Joelsson et al, 2016) y financieras constituidas por la inversión de capital y los rendimientos económicos de la producción del biocombustible (Rajendran, Rajoli, & Taherzadeh, 2016). Es una fase de decisiones donde la participación de los gerentes y empleados son necesarios para lograr estrategias acertadas de producción (Melendez, Malvacias, & Almeida, 2018a).

La producción de etanol 2G representa un desafío en términos económicos y un potencial de desarrollo sostenible en la producción de biocombustibles (Islam et al, 2015), el cual podría incrementar la tasa de empleo, una balanza comercial favorable (Silalertruksa, & Gheewala, 2011) de los países que adopten estrategias de producción congruentes con la relación costo/producción incluyendo la evaluación de la cadena de suministro de la biomasa al proceso de producción de etanol.

El bioetanol de segunda generación, se produce a partir de biomasa lignocelulósica, sin embargo, exige tratamiento previo costoso y difícil, para fraccionar y manejar la biomasa (Branco, Serafim, & Xavier, 2019). Según las propuesta de Lennartsson, Erlandsson, & Taherzadeh (2014) la integración productiva de estos dos métodos de fabricación para etanol,

1G y 2G, pueden disminuir los costos de producción y los riesgos financieros ocasionados por poca rentabilidad del proceso 2G, ante esta situación, debe considerarse, varias variables relacionadas a la producción combinada. Sin embargo la estimación de costos para producir etanol es complicada por la variación de los costos fijos y variables, políticas arancelarias, subsidios a la producción agrícola, que pueden presentarse en los países latinoamericano y el resto del mundo (Becerra, 2009)

No obstante se puede estimar que los factores involucrados en los costos pueden depender además de la madurez del proceso tecnológico 1G, a su masificación mundial y a gran escala lo cual permite costos de producción menores si se comparan con la producción 2G, que contempla una tecnología aún en desarrollo. Otro factor son los precios de las materias primas y de las enzimas empleadas en los procesos, en algunos casos las enzimas de primera generación que hidrolizan el almidón sus costos oscilan 0,13 USD / L de etanol (Geddes, Nieves, & Ingram, 2011) los cual repercute en los costos finales.

Adicionalmente, la producción 2G requiere procesos químicos y enzimas para la obtención de los azúcares que si se compara con el 1G. Los resultados presentados Becerra (2009) estiman que producir un litro de etanol a partir de la caña de azúcar con método 1G estaría alrededor de los 30 centavos de \$UDS y la producción de un litro de etanol 2G a partir de material lignoceluloso rondaría los 60 centavos de \$UDS.

Otro aspecto económico se aprecian los niveles de eficiencia Bioetanol GJ /GJ material prima y otras materias primas empleadas, tabla 1.

Tabla 1
Proyección de eficiencia en procesos de conversión a bioetanol

Opción	Procesos	Mejora Estimada Eficiencia	Eficiencia proyectada al 2020 Bioetanol GJ /GJ material prima
1	Hidrólisis ácida de la madera	+5%	0.49
2	Hidrólisis ácida de paja	+5%	0.42
3	Trigo	+10%	0.59
4	Molienda de maíz	+20%	0.67
5	Molienda de maíz seco	+20%	0.66
6	Caña de azúcar	0	0.38
7	Azúcar de remolacha	+5%	0.13

Fuente: Adaptada de Petrova and Ivanova (2010), p. 533. * GJ=Giga Joule, unidad de energía

La tabla 1, identifica la proyección de la Eficiencia proyectada al 2020 Bioetanol GJ /GJ material, lo cual indica que las materias primas a base de maíz y trigo podrían presentar mejores rendimientos energético sobre los grupos de maderas inclusive la caña de azúcar. Estos valores presentan una relación porcentual incremental en la mejora de las eficiencias de cada proceso, destacándose los subproductos de maíz y trigo.

4. Discusión sobre el futuro tecnológico para la producción de etanol

El escenario para la producción mundial de etanol se proyecta hacia la adopción de nuevas tecnologías que permitan una producción sostenida e incremental, con bajo impacto a las afectaciones ambientales. Esto conlleva a considerar aspectos importantes relacionados con la seguridad alimentaria de los países que inician o

evolucionan hacia prácticas industriales de producción de biocombustibles. La producción de etanol a partir de la azúcar de la caña, podría comprometer la disponibilidad del azúcar al disponerse en la producción de etanol 1G, con la excepción de que exista sobre oferta y disponibilidad suficiente para abastecer la demanda interna del país. Es por ello que la tecnología se dirige a la utilización de materias primas que no comprometan la disponibilidad alimentarias de las sociedades, por lo tanto la producción de etanol con métodos de segunda generación (2G) se apuntala como una elección importante para cubrir la demanda de energía a partir del uso de material de descarte o subproductos agroindustriales.

Otros factores relacionados al futuro inmediato se declaran hacia proyectos para la producción de etanol basado en las capacidades y en la disponibilidad de tecnologías productivas, que involucren la adopción de métodos industriales tendentes a

mejorar el rendimiento y la eficiencia de los procesos químicos y microbiológicos a través de la formulación de las mejores estrategias y la toma de decisiones oportunas y económicamente factibles (Meléndez et al, 2018b).

Por lo tanto, las alternativas tecnológicas están dirigidas hacia el incremento del consumo de glucosa y xilosa, la tolerancia a la temperatura y a los compuestos inhibidores, siendo ésta una importante contribución en el mejoramiento de la tecnología del etanol lignocelulósico de segunda generación (Almenares-Verdecia, Ngoma-Presline, & Serrat-Díaz, 2011). Así, en América Latina, Brasil es considerado el país con mayor eficiencia en la producción de bioetanol a partir de la destilación y fermentación de los azúcares provenientes de la caña de azúcar (Morelos, 2016), sin embargo se espera un crecimiento en nuevos proyectos de diversificación de la materia prima para la producción de bioetanol.

Igualmente, han surgido otras alternativas de producción de bioetanol a partir de otras fuentes vegetales con rendimientos nada despreciables como es el caso del sorgo dulce (Holguín et al, 2017); el pseudotallo de plátano, como una fuente potencial de biomasa lignocelulósica (Guarnizo-Franco, Martínez-Yepes, & Pinzón-Bedoya, 2012), cáscaras de banano, maracuyá y naranja (Murillo et al, 2017). Otros materiales no tradicionales que podrán ser procesados en futuras biorrefinerías, como el caso de métodos de tercera generación (3G) que implican el aprovechamiento de algas (Sikarwar et al, 2017).

Otros elementos del proceso de gestión comprenden el manejo eficiente de las cadenas óptimas de suministros con prácticas de responsabilidad

sostenible con los stakeholders (Cogollo, 2019; Gracia & Melendez, 2019; Hernández de Cobis et al, 2020) que garanticen la producción con los parámetros de calidad en los tiempos esperados (Meléndez et al, 2018c), considerando un alto grado de eficiencia en la producción de energía.

5. Conclusiones

La gestión de la producción desarrollada en los proyectos de producción del etanol 2G se focalizan en alternativas bioproductivas, y la búsqueda eficientes de alternativas para suplir el uso de las materias primas que representan fuente de alimentos en procesos de producción de biocombustibles. En este contexto, la eficiencia energética constituye uno de los aspectos críticos del desarrollo sostenible.

Las investigaciones citadas arrojaron una relación entre el uso de nuevas tecnologías y los altos costos asociados a su aplicación, se espera que en las próximas décadas se logre un mayor desarrollo tecnológico a bajo costo. Por ahora la eficiencia en la producción de etanol 2G y las combinaciones de métodos de producción de etanol 1G-2G pudiera significar un elemento clave para complementar la demanda energética de los países que la requieran.

Finalmente, el futuro latente de las investigaciones se dirige al desarrollo de nuevos métodos de obtención de biocombustibles, con tecnologías amigables con el ambiente y sentido de responsabilidad social.

Referencias Bibliográficas

Afdhol, M. K., Abdurrahman, M., Hidayat, F., Chong, F. K., & Mohd Zaid, H. F.

- (2019). Review of solvents based on biomass for mitigation of wax paraffin in Indonesian oilfield. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(24).
- Almenares-Verdecia, J. F., Ngoma-Presline, F., & Serrat-Díaz, M. (2011). Aspectos tecnológicos generales para la conversión a etanol de la biomasa lignocelulósica II. *Tecnología Química*, 31(3), 392-407.
- Barros, C., Gil-Alana, L., & Wanke, P. (2018). Ethanol production in Brazil: empirical evidence based on persistence. *International Journal of Energy Sector Management*, 12(4), 566-580.
- Becerra, L. (2009). La industria del etanol en México. *Economía UNAM*, 6(16), 82-98.
- Branco, R. H., Serafim, L. S., & Xavier, A. (2019). Second Generation Bioethanol Production: On the Use of Pulp and Paper Industry Wastes as Feedstock. *Fermentation*, 5(1), 4.
- Canilha, L., Chandel, A. K., Dos Santos Milessi, T. S., Fernandes Antunes, F. A., Da Costa Freitas, W. L., Almeida Felipe, M. D., & Da Silva, S. S. (2012). Bioconversion of Sugarcane Biomass into Ethanol: An Overview about Composition, Pretreatment Methods, Detoxification of Hydrolysates, Enzymatic Saccharification, and Ethanol Fermentation. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, (7), 1-15.
- Carrillo-Nieves, D., Ruizh, H. A., Aguilar, C. N., Ilyina, A., Parra-Saldivar, R., Torres, J. A., & Martínez Hernández, J. L. (2017). Process alternatives for bioethanol production from mango stem bark residues. *Bioresource Technology*, 239, 430-436.
- Cerqueira, S., Maehara, L., Monteiro, C. M., & Sanchez, C. (2015). 2G ethanol from the whole sugarcane lignocellulosic biomass. *Biotechnology for Biofuels*, 8.
- Cherubini, F. (2010). The biorefinery concept: Using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 51(7), 1412-1421.
- Cogollo, J. M., & Ruiz, C. (2019). Supply chains sustainable responsibility practices: Review and proposal. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(87). <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/24661>
- Cortez, L. A. B., & Baldassin, R. (2016). *Policies Towards Bioethanol and their Implications: Case Brazil, Global Bioethanol: Evolution, Risks, and Uncertainties*. Academic Press, pp. 142–162.
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: a step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1), 38-43.
- Das, A., Ghosh, P., Paul, T., Ghosh, U., Ranjan Pati, B., & Mondal, K. (2016). Production of bioethanol as useful biofuel through the bioconversion of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Biotech*, 6(1).
- Day, R. (2007). Cómo escribir y publicar trabajos científicos. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 49(3), 146.
- Devaux, A., Torero, M., Donovan, J., & Horton, D. (2018). Agricultural innovation and inclusive value chain development: a review. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 8(1), 99-123.
- Dias, M. O., Junqueira, T. L., Cavalett, O., Cunha, M. P., Jesus, C. D., Rossel, C. E., . . . Bonomi, A. (2012). Integrated versus stand-

- alone second generation ethanol production from sugarcane bagasse and trash. *Bioresource Technology*, 103(1), 152-161.
- Domínguez-Bocanegra, A. R., Torres-Muñoz, J. A., & Aguilar-López, R. (2014). Production of Bioethanol from agro-industrial wastes. *Fuel*, 149, 85-89.
- Dragone, G., Kerssemakers, A. A. J., Driessen, J. L. S. P., Yamakawa, C. K., Brumano, L. P., & Mussatto, S. I. (2020). Innovation and strategic orientations for the development of advanced biorefineries. *Bioresource Technology*, 302, 122847.
- El Khatib, S. A., Hanafi, S. A., Barakat, Y., & Al-Amrousi, F. (2018). Hydrotreating rice bran oil for biofuel production. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1325-1331.
- Geddes, C.C., Nieves, I.U., y Ingram, L.O., (2011). Advances in ethanol production. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 22(3), 312–319.
- Gracia, G., & Melendez, J. R. (2019). Challenges of strategic planning in corporate social responsibility: a case of the oil sector. *Espacios*, 40(27), 2. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n27/19402702.html>
- Guarnizo-Franco, A., Martínez Yépez, P., & Pinzón Bedoya, M. (2012). Azúcares del pseudotallo de plátano: una opción para la obtención de alcohol de segunda generación. *Bistua*, 10(1), 39-51.
- Hernández de Cobis, R., Duran, S. E., Barrios, D. A., & Castro Zapata, R. (2020). Social responsibility: Transversal axis in the management training of venezuelan universities. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(3), 448–459. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33396>
- Holguín Múnera, J. F., Peña, J. D., Ríos, L. A., & Peñuela Vasquez, M. (2017). Bagazo de sorgo dulce: una alternativa para la producción de etanol de segunda generación en Colombia (Parte I). *Informador Técnico*, 81(2), 131-141.
- Islam, Z. U., Zhisheng, Y., Hassan, E. B., Dongdong, C., & Hongxun, Z. (2015). Microbial conversion of pyrolytic products to biofuels: a novel and sustainable approach toward second-generation biofuels. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 42(12), 1557-1579.
- Joelsson, E., Erdei, B., Galbe, M., & Wallberg, O. (2016). Techno-economic evaluation of integrated first- and second-generation ethanol production from grain and straw. *Biotechnology for Biofuels*, 9(1), 1.
- Kincses, I., Sándor, Z., Melendez, J. R., Ramírez-Cando, L., Burbano-Salas, D., Lowy, D.,... Mendoza, B. (2020). Soluble nitrogen forms in sand soil of Pallag: A quantitative report. *F1000Research*, 9.
- Kuchler, M. (2014). Sweet dreams (are made of cellulose): Sociotechnical imaginaries of second-generation bioenergy in the global debate. *Ecological Economics*, (107), 431-437.
- Lennartsson, P. R., Erlandsson, P. & Taherzadeh, M. J. (2014). Integration of the first and second Generation bioethanol processes and the importance of by-products. *Bioresource Technology*, 165(C), 3–8.
- Lokesh, A. C., Mahesh, N., Gowda, B., & White, P. (2015). Sustainable biofuel strategy in karnataka state a review. *Management of Environmental Quality*, 6(2), 288-300.
- Lopes, M. L., De Lima, S. C., Godoy,

- A., Cherubin, R. A., Lorenzi, M. S., Carvalho, F. E., . . . de Amorin, H. V. (2016). Ethanol production in Brazil: a bridge between science and industry. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(1), 64-76.
- Manriquez, M.A., Teves, J., Taco, A. M., y Flores, J. A. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(88). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29062051009>
- Martinez, D. G., Feiden, A., Bariccatti, R., & De Freitas Zara, K. R. (2018). Ethanol production from waste of cassava processing. *Applied Sciences*, 8(11), 1-8.
- Mátyás, B., Lowy, D. A., Singla, A., Melendez, J. R., & Sándor, Z. (2020). Comparison of effects exerted by bio-fertilizers, npk fertilizers, and cultivation methods on soil respiration in chernozem soil. *Granja*, 32(2), 8-18.
- Melendez, J. R., Malvacias Escalona, A., & Almeida, A. (2018a). Importance of the participation of the employee in the execution of projects: Management perspectives. *Espacios*, 39(14), 21.
- Melendez, J. R., Perez Pupo, I., Garcia Vacacela, R., & Piñero Pérez, P. (2018b). Strategic factors in the context of project management: Management perspectives. *Espacios*, 39(39), 10.
- Melendez, J. R., Zoghbe, Y., Malvacias, A., Almeida, A., & Layana, J. (2018c). Theory of Constraints: A systematic review from the management context. *Espacios*, 39(48), 1.
- Meléndez, J.R., Peñalver, A., Pincay, P., Pulgar, N., & Cayo, M. (2020). Determination of factors involved in the rejection of bananas (*Musa acuminata*) intended for international commercialization. *DRC Sustainable Future*, 1(1): 48-53
- Mendoza B, Guananga N, Melendez JR & Lowy D A. (2020a). Differences in total iron content at various altitudes of Amazonian Andes soil in Ecuador. *F1000Research*, 9, (128).
- Mendoza, B., Béjar, J., Luna, D., Osorio, M., Jimenez, M., & Melendez, J. R. (2020b). Differences in the ratio of soil microbial biomass carbon (MBC) and soil organic carbon (SOC) at various altitudes of Hyperalic Alisol in the Amazon region of Ecuador. *F1000Research*, 9,(443)
- Mittal, R. (2013). Biofuel research and data mining. *Performance Measurement and Metrics*, 14(1), 71-92.
- Morelos, J. (2016). Análisis de la variación de la eficiencia en la producción de biocombustibles en América Latina. *Estudios Gerenciales*, 32(139), 120-126.
- Mungodla, S. G., Liganiso, L. Z., Mlambo, S., & Motaung, T. (2019). Economic and technical feasibility studies: technologies for second generation biofuels. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(4), 670-704.
- Murillo, J., Andrade, Z., Flores, L., Gutiérrez, C., Lozano, N., Duarte, P., . . . Freyle Corro, F. (2017). Producción de etanol carburante de segunda generación a partir de residuos como cáscaras de banano, maracuyá y naranja (eficiencia en obtención de melazas) utilizando la levadura *Candida utilis* en fermentación. *Revista Sennova*, 2(1), 14-29.
- OCDE/FAO, (2017).“Biocombustibles”, en OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2017-2026*, OECD, Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-13-es

- Petrova, P., & Ivanova, V. (2010). Perspectives for the Production of Bioethanol from Lignocellulosic Materials. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 41(1), 529-546.
- Pozo, C., Ruiz, J. L., Vigo, E. R., & Flores, F. (2020). Management trends in organizations: A theoretical look. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(91), 1095–1113. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33184>
- Rajendran, K., R. S., & Taherzadeh, M. J. (2016). Techno-Economic Analysis of Integrating First and Second-Generation Ethanol Production Using Filamentous Fungi: An Industrial Case Study. *Energies*, 9(5), 359.
- Ramos, J. L., Valdivia, M., García-Lorente, F., & Segura, A. (2016). Benefits and perspectives on the use of biofuels. *Microbial Technology*, 9(4), 436-440.
- Robak, K., & Balcerek, M. (2018). Review of Second Generation Bioethanol Production from Residual Biomass. *Food Technology and Biotechnology*, 56(2), 174-187.
- Rocha-Meneses, L., Raud, M., Orupöld, K., & Kias, T. (2017). Second-generation bioethanol production: A review of strategies for waste valorization. *Agronomy Research*, 15(3), 830-847
- Rodríguez, A. G., Colmenares, F. A., Barragán, J. C., & Mayorga, M. A. (2017). Aprovechamiento energético integral de la *Eichhornia crassipes* (Buchón de agua). *Ingenium*, 18(35), 134-151
- Rødsrud, G., Lersch, M., Sjöde, A., 2012. History and future of world's most advanced biorefinery in operation. *Biomass Bioenergy*, 46, 46–59.
- Sikarwar, V. S., Ming, Z., Fenell, P. S., Shah, N., & Anthony, E. (2017). Progress in biofuel production from gasification. *Progress in Energy and Combustion Science*, 61, 189-248.
- Silalertruksa, T., & Gheewala, S. H. (2011). The environmental and socio-economic impacts of bio-ethanol production in Thailand. *Energy Procedia*, 9, 35-43.
- Tapia, L. G., & Simone de Souza, F. (2019). Competition between Second-Generation Ethanol and Bioelectricity using the Residual Biomass of Sugarcane: Effects of Uncertainty on the Production Mix. *Molecules*, 24(2), 369.
- Tito, J. V., Ogosi, J. A., Franco, J. L., & Vértiz, J. J. (2020). Comportamiento del gerente como líder: una visión estratégica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(91), 1234–1245. <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/33199>
- Väisänen, S., Valtonen, T., & Soukka, R. (2012). Biogenic carbon emissions of integrated ethanol production. *International Journal of Energy Sector Management*, 6(3), 381-396.
- Vieira, S., Barros, M. V., Sydney, A. C. N., Piekarski, C. M., de Francisco, A. C., Vandenbergh, L. P. de S., & Sydney, E. B. (2020). Sustainability of sugarcane lignocellulosic biomass pretreatment for the production of bioethanol. *Bioresource Technology*, 299.
- Wasiak, A. L. (2017). Effect of Biofuel Production on Sustainability of Agriculture. *Procedia Engineering*, 182, 739-746.
- Westman, J., Wang, R., Novy, V., & Franzén, C. J. (2017). Sustaining fermentation in high-gravity ethanol production by feeding yeast to

a temperature-profiled multifeed simultaneous saccharification and co-fermentation of wheat straw. *Biotechnology for Biofuels*, 10(213).

Work, J., Hauer, G., & Luckert, M. K. (2018). What ethanol prices would induce growers to switch from agriculture to poplar in Alberta? A

multiple options approach. *Journal of Forest Economics*, 33, 51-62.

Zabed, H., Sahu, J. N., Boyce, A. N., & Faruq, G. (2016). Fuel ethanol production from lignocellulosic biomass: An overview on feedstocks and technological approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 66, 751-774.