



Desafío de management en la utilización de residuo agrícola de cosecha como fuente de bioenergía en ingenios azucareros

Facundo Reynoso Posse

San Miguel de Tucumán, 2022

Director: Dr. Antonio Mario Fortuna

Tesis de maestría

Índice

Contenido

Índice	1
Agradecimientos	5
Resumen	6
Introducción	7
Historia y caracterización de la caña de azúcar	7
Cosecha de la caña de azúcar	8
Evolución histórica de la industria azucarera tucumana	11
Generación de bioenergía	14
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
Pregunta de investigación	15
Planteamiento y formulación del problema	16
Planteo del problema y justificación del estudio	16
Problemática ambiental en Tucumán	16
Problemática energética en Tucumán	19
Análisis PESTAL y FODA	22
Matriz PESTAL	22
Matriz FODA	23
Benchmarking	23
	1

Marco normativo	26
Justificación del estudio	31
Mercado del azúcar y el alcohol	31
Mercado de la energía y oportunidad para la industria azucarera tucumana	36
Mercado para empresas socialmente responsables y sustentables	37
Limitaciones del estudio	39
Marco teórico	41
Economía lineal y circular	41
Bioeconomía	44
Biomasa, cultivos energéticos y agroenergética	46
Residuo agrícola de cosecha	47
Bioenergía	50
Biorrefinerías	52
Cambio climático	55
Efecto invernadero, Gases de efecto invernadero y Huella de carbono	63
Externalidades	64
Análisis de ciclo de vida	68
Generación distribuida	69
Stakeholders	74
Empresas sustentables	76
Branding de sustentabilidad (<i>sustainable branding</i>)	85

Greenwashing	91
Responsabilidad social empresarial	99
Benchmarking	104
Certificaciones de terceros (<i>Third Party Certifications</i>)	107
Matrices FODA y PESTAL	110
Matriz PESTAL	110
Matriz FODA	112
Diseño y desarrollo de la investigación	113
Resultados y discusión	115
Conclusiones	125
Anexo	128
Entrevistas a expertos	128
Ing. Mariano Garmendia – Ex Secretario de Control y Gestión del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán – Actual presidente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).	128
Ing. Santiago Paz Brühl – Coordinador de Proyecto Energético con Pluspetrol S.A. para el uso de biomasa en Tucumán – Asesor Titular Energy Resources SPB para el sector sucroenergético.	130
Ing. Pedro Ballesteros – Responsable de Medio Ambiente – Complejo Azucarero Concepción S.A. e Ingenio Marapa.	133
Tec. Matías Omar Rodríguez – Jefe de Seguridad y Medio Ambiente – Cervecería y Maltería Quilmes S.A.I.C.A. y G.	136

Ing. Marcos Golato – Mg. Ingeniería Bioenergética – Supervisor en ensayos y Mediciones Industriales en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.	137
Abog. Alexia Fermoselle – Encargada de Servicio Jurídico en la Dirección de Fiscalización Ambiental de la Provincia de Tucumán.	139
Bibliografía	145

Agradecimientos

A Rocío, por el apoyo constante, la motivación y sus aportes.

A mi familia, por el apoyo incondicional.

Al Dr. Mario Fortuna, por su predisposición constante, así como las enseñanzas, durante todo el proceso que llevó a la conclusión de este trabajo.

A mis compañeros de la Dirección de Fiscalización Ambiental, por la ayuda constante y los aportes técnicos que me permitieron completar el presente trabajo.

Resumen

La provincia de Tucumán arrastra un problema de larga data en la pérdida de biomasa, ya que se quema el Residuo Agrícola de Cosecha (RAC), la caña de azúcar en pie, pastizales y en menor medida, otros tipos de cultivos. Esta práctica se realiza en la estación seca de la Provincia de Tucumán, la cual coincide con la época de cosecha de la caña de azúcar (zafra). En este proceso, quedan enormes cantidades de biomasa en el campo que, al secarse, arden fácilmente, produciendo incendios de consideración en el propio campo y en campos vecinos.

El cambio climático y la disminución de la disponibilidad de combustibles fósiles, genera una oportunidad para la industria azucarera. La misma debe modificar su capacidad instalada, replantear algunos mecanismos logísticos y su visión de futuro en un mundo cambiante. Esto permitirá la inserción de esta industria en el mercado mundial como empresas de bajo impacto ambiental e impacto social positivo, pudiéndose generar grandes beneficios en el futuro.

Teniendo en cuenta lo antes expresado, este trabajo analiza los diferentes factores que podrían verse involucrados a la hora de introducir cambios en esta industria, que la coloque en una posición de ventaja competitiva al realizar una actividad de impacto positivo en el ambiente y la sociedad.

Introducción

Historia y caracterización de la caña de azúcar

Las primeras evidencias del cultivo de caña de azúcar se sitúan en Nueva Guinea, donde se cree que comenzó su utilización con fines alimenticios. Alrededor del año 4500 a.C se extendió su cultivo hacia el oriente, principalmente China.

Hacia el año 642 a.C. los persas invaden la India, adoptando el cultivo de caña de azúcar. Cuando los árabes conquistan Persia, extienden el cultivo de la misma hacia el norte de África («Pequeña historia del azúcar», 2015).

En la edad media la caña de azúcar llegó a Europa y en el siglo XIX a la Argentina. A partir de que el cultivo se expandiera, comenzó a procesarse en trapiches instalados en diferentes lugares del país, cobrando gran importancia la zona noroeste. Debido a los requerimientos climáticos del cultivo, esta zona es la que presenta mejores condiciones para su desarrollo, manteniéndose hasta el día de hoy las mayores extensiones del mismo, con la consiguiente producción de azúcar. («Pequeña historia del azúcar», 2015).

La caña de azúcar es una planta de la familia Poaceae, género *Saccharum* especie *officinarum*, es la responsable de la producción del 70% del azúcar mundial.

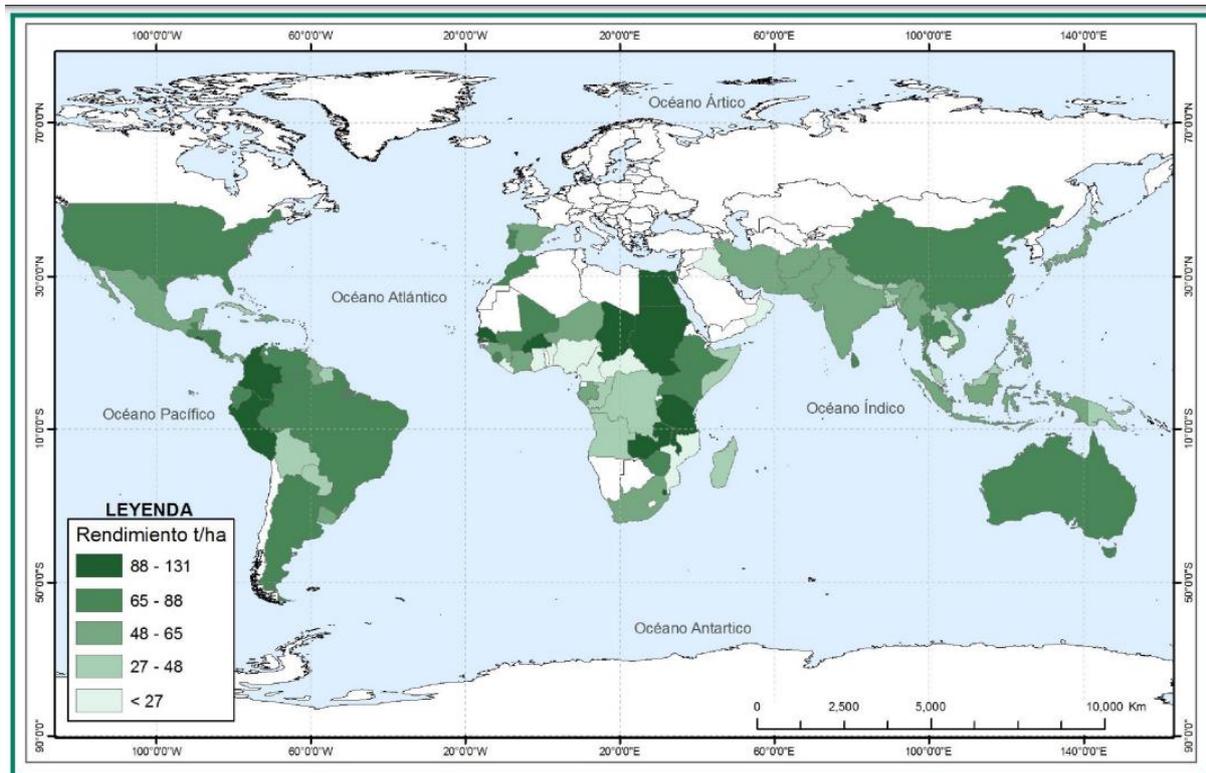
En cuanto a los aspectos nutricionales, posee la mayor tasa de calorías por unidad de área cultivada, siendo la más elevada de todos los cultivos utilizados para alimentación («*Saccharum officinarum* L.», 2019).

Si bien la caña de azúcar se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas, se obtiene los mejores resultados en regiones tropicales y cálidas, con amplia radiación solar (Figura 1). Para el correcto desarrollo de este cultivo, es fundamental la presencia de una estación calurosa larga, con temperaturas que vayan de los 30 a los 38 °C durante las etapas de

crecimiento y para la etapa de maduración es preferible un rango de temperatura entre 12 a 14 °C (Rivera, 2010).

Figura 1

Rendimientos por hectárea en países productores de caña de azúcar.



Fuente: Rivera (2010).

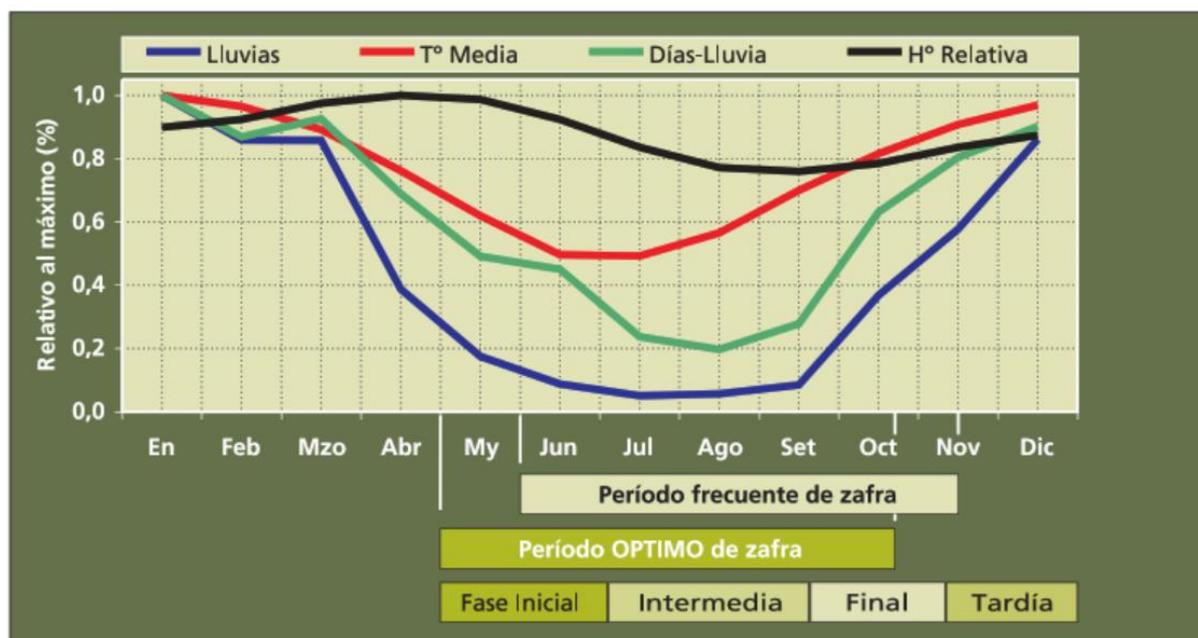
Si se presentan condiciones climáticas como ser heladas que provocan una disminución en el crecimiento, exceso de lluvias en la etapa de maduración o temperaturas excesivas que provoquen la degradación de la sacarosa en fructosa y glucosa (como en el caso de los incendios), hacen disminuir el rendimiento del cultivo. (Chalco Vera et al., 2017).

Cosecha de la caña de azúcar

En Tucumán la zafra (cosecha de la caña de azúcar) suele extenderse desde mayo a octubre en algunas zonas y desde junio a noviembre en otras, dependiendo de las condiciones climáticas del año en que se realice la zafra. (Romero et al., 2009).

Figura 2

Comportamiento de los principales factores ambientales durante la zafra en Tucumán.



Nota: Los valores se expresan como valores mensuales relativos al máximo. Se indica el periodo más adecuado y el más frecuente de zafra. Fuente: Romero et al. (2009).

En cuanto a la cosecha, en la provincia de Tucumán se emplean tres métodos a saber:

- Manual: La caña se corta y pela a mano, para luego ser cargada en camiones por los empleados del campo y llevada al ingenio.
- Semi-mecanizado: La caña se corta y pela a mano, pero es cargada luego por cargadoras hidráulicas.
- Mecanizado: La caña es cortada, pelada, troceada y cargada en los transportes mediante el uso de cosechadoras integrales, para luego ser transportadas al ingenio (Valeiro & Biaggi, 2019).

Cada tipo de cosecha presenta una serie de problemas y beneficios en los aspectos ambientales, productivos, costos y mano de obra, entre muchos otros factores que pueden influir en la factibilidad y economía de la producción azucarera (Tabla 2). Se debe destacar

que todos estos métodos buscan la eliminación del *trash* (nombre con el que se conoce a las partes de la caña no utilizables en la producción y otros desechos) (Valeiro & Biaggi, 2019).

Las modalidades semi-mecanizada y manual, utilizan el fuego para eliminar los desechos vegetales no aprovechables, siendo esto un aspecto sumamente problemático, por lo cual es clara la tendencia hacia la desaparición de estas dos técnicas de cosecha.

Esto puede observarse al analizar los datos de la progresión sobre las técnicas de cosecha desde el año 1988 en la provincia de Tucumán (Tabla 1).

Tabla 1

Sistemas de cosecha utilizados en el cultivo de caña de azúcar.

Variable	Cosecha manual	Cosecha mecanizada
Materia extraña	En caña verde: 2 a 4%	En caña verde: 10 a 12%
	En caña quemada: 1,5 a 2%	En caña quemada: 8 a 10%
Corte en verde	Mayor dificultad » costos	Menor dificultad
Eficiencia	Rendimiento del cortador:	Rendimiento de la cosechadora:
	Caña semilimpia: 2-4 t/hombre/día	Caña semilimpia: 30 t/hora
	Caña quemada: 5-7 t/hombre/día	Caña quemada: 45 t/hora
Transporte	Menor eficiencia por transporte de cañas enteras	Mayor eficiencia al incrementar un 30% del peso por viaje por mejor acomodamiento de los trozos
Otros	Requiere mayor supervisión para garantizar calidad y evitar accidentes	Requiere supervisión para garantizar menores pérdidas y materias extrañas
	Mayor extensión en el tiempo con los riesgos asociados	Más rápida lo que permite una mejor organización
	Menos dependiente de factores del cultivo	Muy dependiente de distintos factores del cultivo: espaciamiento, variedades apropiadas, etc.
	Adaptación a cualquier tipo de lote	Exige adecuación de los lotes para el movimiento de la maquinaria
	La caña entera acepta un estacionamiento mayor	La caña troceada no se puede almacenar por periodos largos

Nota: Comparaciones entre los sistemas de cosecha de caña de azúcar manual y mecanizado. Fuente: Valeiro & Biaggi (2019).

Tabla 2

Evolución de la tecnología usada para la cosecha de caña de azúcar para diferentes periodos.

Técnica de cosecha/año	1988	1996	2010/2011	2013/2014	2016/2017
Manual y semimecanizada	99,8%	79%	10,6%	6,8%	5,9%
Integral	0,2%	21%	89,4%	93,2%	94,1%

Nota: La tabla se elaboró con datos tomados de Ostengo et al. (2018) y Valeiro & Biaggi (2019).

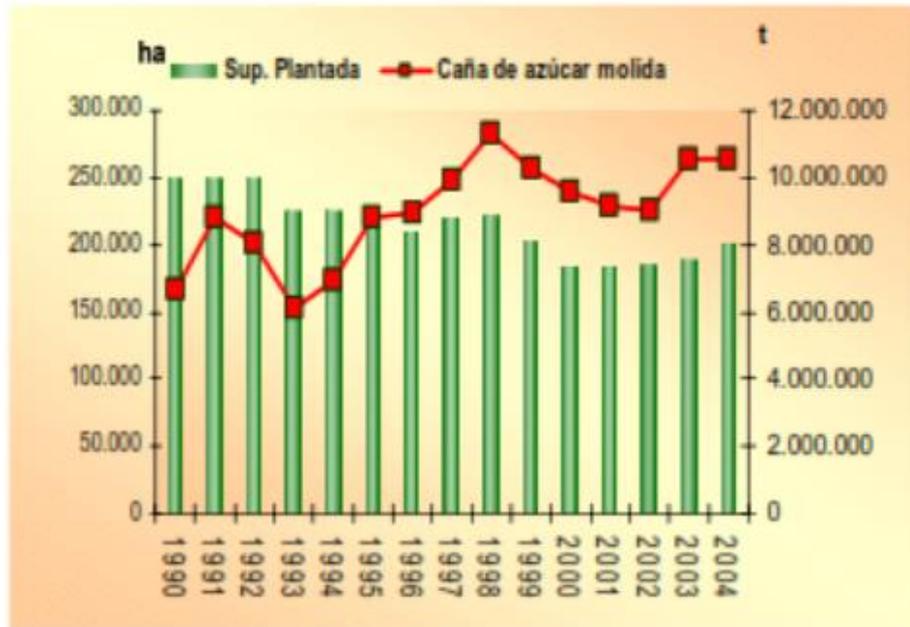
Evolución histórica de la industria azucarera tucumana

Desde los orígenes de la actividad azucarera en Tucumán, hasta nuestros días, la misma vio grandes variaciones a lo largo de su historia. Vivió períodos de auge y caída, hasta llegar a una cierta estabilización, estando en el presente al borde de nuevos y grandes cambios, producto de las modificaciones en las tendencias de consumo a nivel mundial.

En las Figuras 3 y 4 pueden observarse la superficie plantada con caña de azúcar y las variaciones en los últimos 30 años. La producción azucarera no se vio afectada a pesar de la disminución de la superficie plantada, gracias a los avances tecnológicos de estos años. Esto le permitió a la industria azucarera tucumana no perder su lugar de líder en la producción nacional. (Fandos et al., 2014; Perez et al., 2005)

Figura 3

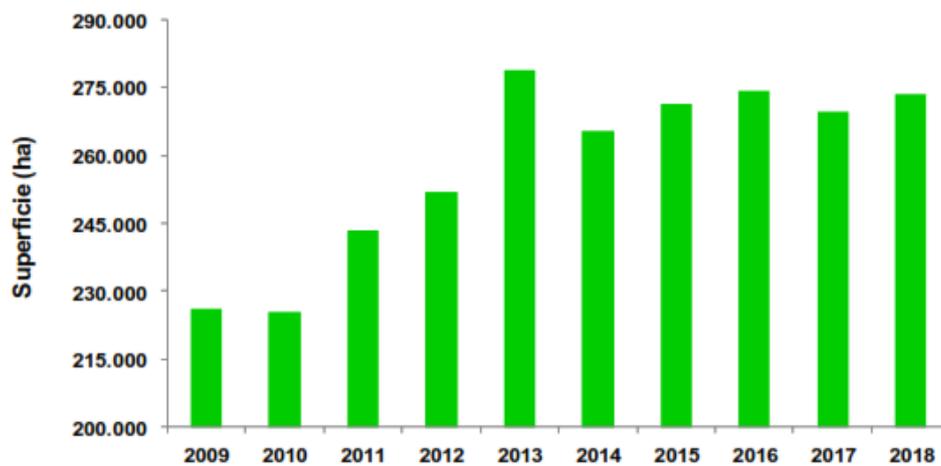
Superficie sembrada y molienda de caña de azúcar



Nota: Evolución de la superficie sembrada expresada en Hectáreas (ha) y molienda caña de azúcar expresada en toneladas (t), para el período 1990 – 2004 en la provincia de Tucumán. Fuente: Pérez et al. (2005).

Figura 4

Evolución de la superficie cosechable en Tucumán



Nota: Evolución de la superficie cosechable con caña de azúcar en Tucumán para el período 2009 a 2018, expresada en hectáreas. Fuente: Fandos et al. (2015).

En el presente, la industria azucarera es la primera y más importante industria pesada de la provincia de Tucumán, con una producción del 65% del azúcar que se produce en el país.

Actualmente se encuentran activos 15 ingenios, los que están emplazados mayoritariamente en la zona centro de la provincia. Del total de los mismos, 11 producen alcohol en destilerías instaladas en sus plantas, acopladas a la producción de azúcar (Gobierno de Tucumán, 2019).

En cuanto al aspecto económico, la actividad azucarera cumple un papel fundamental en la provincia de Tucumán, ya que, según datos de 2014, la producción de caña de azúcar representó el 47,6% del valor agregado agropecuario provincial y el 4,8% del total del Producto Bruto Provincial (PBP) mientras que la industria azucarera representó el 30,3% de la industria manufacturera y el 5,5% del total del PBP.(Lotitto, 2018).

Respecto al mercado laboral tucumano, presenta elevados niveles de informalidad (42%, superior a la media nacional), así como remuneraciones promedio que son las más bajas de la región, ocupando el tercer puesto en el ranking de las menores remuneraciones del país. (Bonacia & Danon, 2012).

En este contexto de informalidad, la actividad azucarera primaria tiene una gran participación en la matriz laboral de la provincia, ya que, según el censo nacional agropecuario 2002, se registraron 5.362 explotaciones agropecuarias con caña de azúcar. De éstas, casi dos tercios corresponden a minifundistas que explotan menos de diez hectáreas (8,4% de la superficie explotada en la provincia). Esta actividad genera una gran demanda de mano obra, con 2.682 empleos, entre personal permanente y eventual durante la etapa de producción. De éstos, el 58% trabajan en explotaciones pequeñas (inferior a 150 has.) (Bonacia & Danon, 2012).

Generación de bioenergía

La demanda mundial de energía, de la mano del desarrollo tecnológico no deja de crecer y volverse necesaria para el desarrollo de la sociedad moderna. Esto genera una gran presión sobre las fuentes de energía disponibles, para las cuales existen en la actualidad enormes infraestructuras de generación y distribución (*Estadísticas de consumo energético mundial / Enerdata, 2020*).

Estas fuentes de energía, si bien son en su mayoría de origen fósil, empiezan a complementarse y en algunos casos a ser reemplazadas por fuentes alternativas, debido no solo al agotamiento que se prevé en el mediano y largo plazo, sino también al papel que juegan este tipo de fuentes de energía, en el problema del cambio climático.

Es en este contexto problemático, que emerge como opción interesante la generación de energía obtenida de los recursos disponibles en diferentes regiones geográficas y que no necesiten de un transporte costoso y muchas veces ineficiente, a lo largo de grandes distancias.

Teniendo en cuenta que la energía es un recurso estratégico y esencial, que si se genera y distribuye de la forma tradicional implica enormes gastos y riesgos de desabastecimiento, emerge como opción en Tucumán la generación de bioenergía. Esta bioenergía, puede ser producida por ingenios azucareros en un proceso que no solo daría un nuevo aire a una industria centenaria, sino que permitiría maximizar el beneficio económico obtenido por los mismos, a la vez que se introducen en un modelo de economía circular y triple impacto que redunde en beneficios para toda la sociedad.

Objetivos

Objetivo general

Estudiar la generación de bioenergía a partir de RAC, en ingenios azucareros, desde la perspectiva del *management*.

Objetivos específicos

- 1- Estudiar la viabilidad para la propuesta de generación de bioenergía a partir de RAC, en cuanto al entorno en el que se desempeñan los ingenios azucareros, considerando a sus problemáticas socio-ambientales.
- 2- Analizar la potencialidad de la producción de bioenergía en Tucumán, en base a un análisis del mercado energético mundial y local.
- 3- Analizar la producción de bioenergía en ingenios azucareros, desde los aspectos empresariales y técnicos.
- 4- Estudiar los posibles beneficios de ofrecer bioenergía a partir de RAC, como nuevo producto para las empresas azucareras tucumanas.
- 5- Analizar los posibles beneficios que reportaría a los ingenios azucareros, la producción de bioenergía como estrategia de diversificación y diferenciación.

Pregunta de investigación

¿Qué estrategia de *management* podría ser utilizada por los ingenios azucareros para aumentar sus beneficios al encarar la producción de bioenergía a partir de RAC?

Planteamiento y formulación del problema

Planteo del problema y justificación del estudio

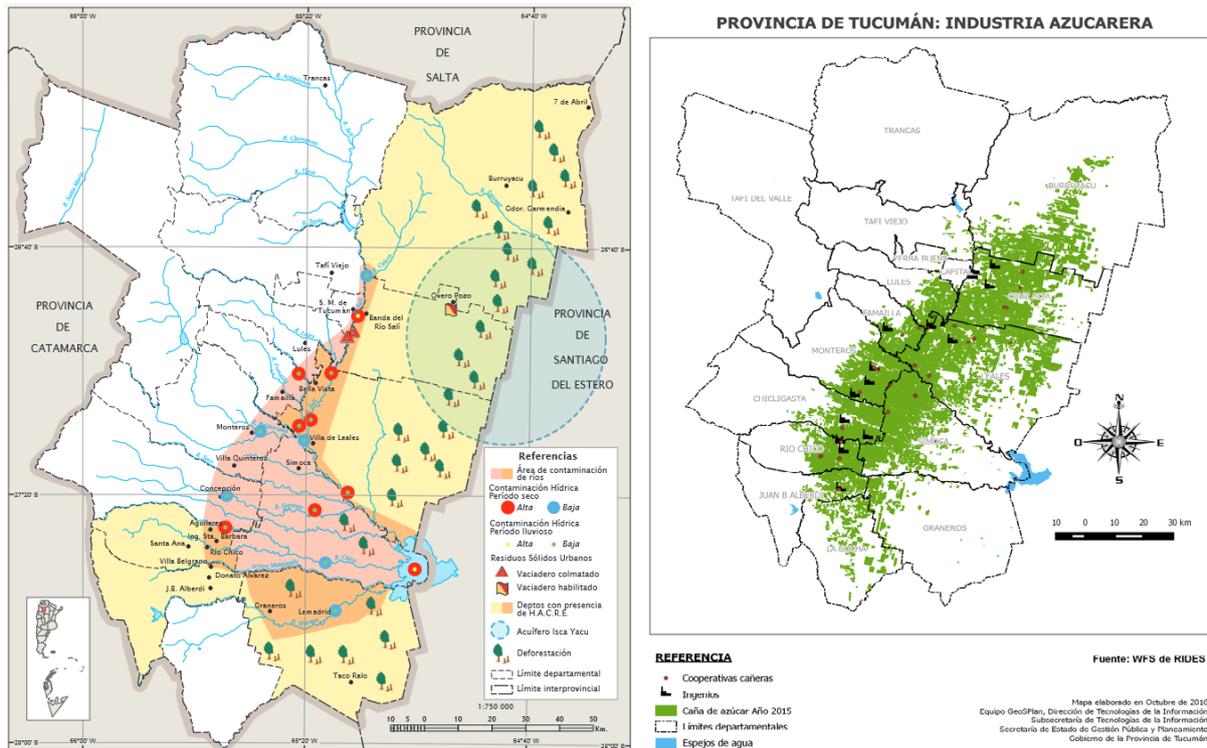
La industria tucumana del azúcar es una de las más importantes de la provincia y su desarrollo afecta a los habitantes de la provincia en su forma de vida, la matriz productiva y la plaza laboral, además del impacto ambiental. Genera gran cantidad de puestos de trabajo de forma directa e indirecta, siendo ejemplos de esto la actividad del productor durante la siembra y cosecha como una forma directa de generación de empleo, o bien la generación indirecta con las actividades complementarias que requiere esta actividad (adquisición de insumos como agroquímicos, combustibles, semillas, etc.). Esta situación hace que la actividad azucarera en la provincia de Tucumán sea un foco de atención constante por los problemas que genera y las críticas que recibe, no encontrándose hasta ahora soluciones efectivas.

Problemática ambiental en Tucumán

La provincia de Tucumán se encuentra al noroeste de la República Argentina y se sitúa en el centro geográfico de dicha región. Cuenta con una población de 1.448.188 habitantes distribuidos en una superficie de 22.524 km², dando como resultado, una densidad poblacional de 64 Hab/km² (*La Provincia | Tucumán*, s. f.), lo que la convierte en la provincia más densamente poblada de Argentina. Esta situación se ve agravada por las características geográficas de la provincia, que llevan a que la gran mayoría de esta población se concentre en la zona del Gran San Miguel de Tucumán.

Figura 5

Mapas de zona azucarera y ubicación de ingenios azucareros



Nota: Mapas de zona azucarera y ubicación de ingenios en Tucumán (izquierda) y problemáticas ambientales en la provincia de Tucumán (derecha). Fuente: <https://www.ign.gov.ar/> (2020).

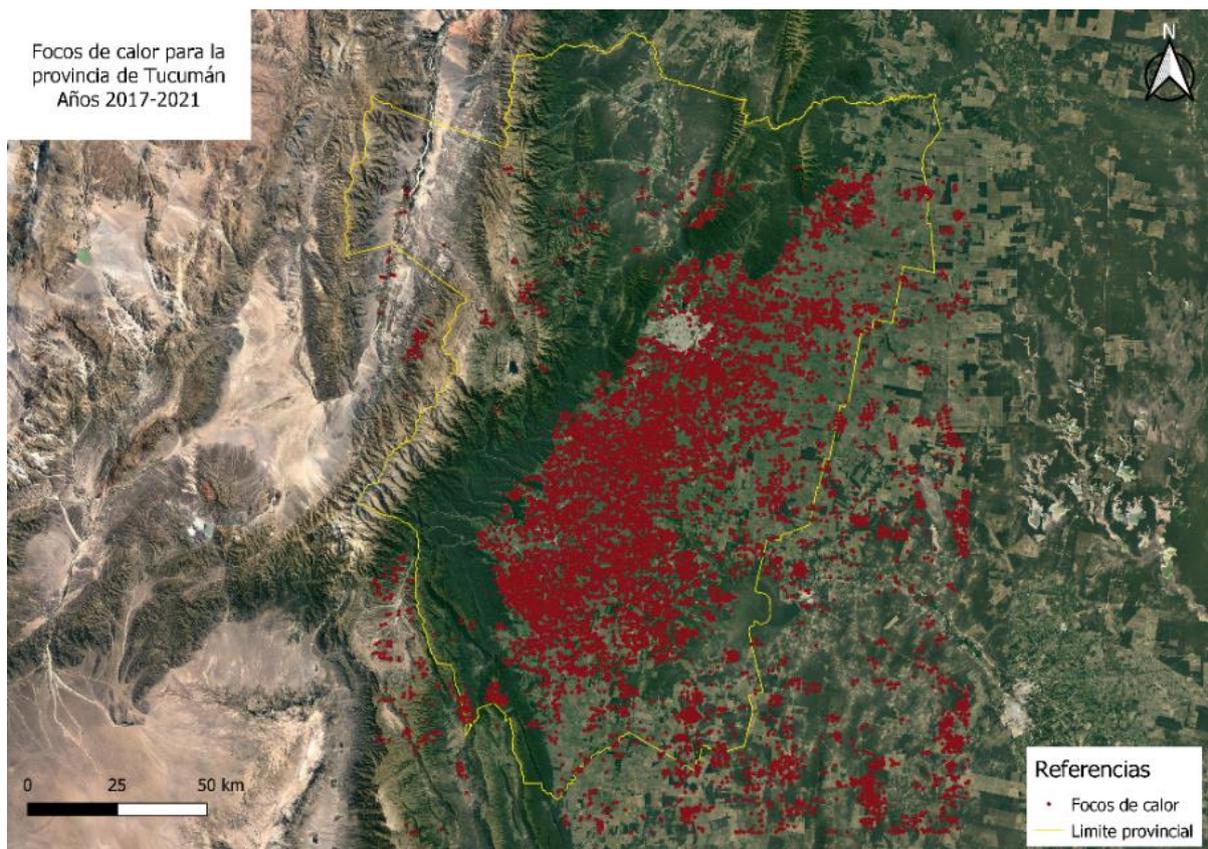
La provincia de Tucumán, cuenta con una intensa actividad económica, agrícola e industrial, concentrada en gran proporción, en el denominado corredor central de la provincia que tiene como referencia geométrica central, a la Ruta Nacional 38 que cruza de sur a centro de la provincia. En este corredor central, se encuentran una gran cantidad de industrias, entre las cuales se incluyen a los quince ingenios azucareros emplazados en la provincia, quienes además de tener un efecto ambiental directo por la generación de efluentes líquidos y gaseosos, así como la producción de residuos sólidos, presentan un impacto indirecto por el cambio en uso del suelo que genera el cultivo de caña, así como por los problemas ambientales que este cultivo genera (Figura 5). El mayor problema ambiental que se genera en los cultivos de caña

de azúcar, son los incendios que la afectan cuando aún se encuentra sin cosechar; los RAC y todos los tipos de biomasa aledaños a los cultivos.

Estos incendios, considerados como una de las problemáticas ambientales más complejas que aquejan a la provincia, se deben a una multiplicidad de factores, con componentes culturales, productivos, sociales y educativos de la población, así como de los productores e industriales. Esta problemática, no solo genera pérdidas económicas y problemas en la salud de la población, sino que, algunos estudios sugieren que existe una pérdida de productividad significativa como resultado de efectos negativos sobre los azúcares contenidos en la caña de azúcar (Van Antwerpen & Meyer, 2002) y a los cambios producidos en el suelo como fruto de las elevadas temperaturas que se dan, durante los incendios (Rodríguez et al., 2016).

Figura 6

Focos de calor en la provincia de Tucumán para el período 2017-2021.



Nota: Representación de focos de calor registrados por el sensor MODIS montado en el satélite TERRA, para la provincia de Tucumán en el período 2017-2021.

Una forma de atacar este problema y a su vez una clara oportunidad en el campo de la acción sustentable y socialmente positiva para los ingenios azucareros, sería generar energía utilizando estos desechos. Ayuda a mejorar la imagen como empresas; disminuye la conflictividad social y los gastos por multas y litigios. Además de la oportunidad que se presenta para acceder a financiamiento externo (necesario para modernizar la industria) y a mercados internacionales con exigencias cada vez mayores en el campo de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y los estándares ambientales.

Problemática energética en Tucumán

La provincia de Tucumán cuenta con una población en constante crecimiento y una variedad de actividades económicas que generan un aumento constante en la demanda energética. Según datos de la Secretaría de Energía de la Nación, desde el año 1993 al 2014, se observó un aumento en la demanda de energía, contemplando el mercado de consumidores mayoristas y minoristas, del 352,4%, pasando de 777,8 Gw/h a 2.741,3 Gw/h, como se muestra en Tabla 3 (Garcia, 2016). Esta tendencia se ve confirmada por los datos del año 2021, en el cual, el consumo total ascendió a 10.560,7 Gw/h (Redacción E&N, 2022) mostrando un aumento del 385.2% respecto del año 2014. Esto confirma claramente la tendencia sostenida hacia el aumento de la demanda energética para la provincia, incrementando la presión sobre el sistema de provisión eléctrica.

La misma presenta inversiones insuficientes sobre la infraestructura de distribución energética, dando lugar a numerosos problemas de suministro, generalmente bajo la forma de cortes fortuitos o programados que no solo afectan a los usuarios domiciliarios, sino también sobre la producción azucarera, generando pérdidas en ingenios que no producen toda la energía que necesitan para su actividad (Figura 7).

Figura 7

Recortes de noticias tucumanas sobre la problemática del suministro energético

En Tucumán se registró un récord de demanda eléctrica y hubo cortes en varios sectores

A TENER EN CUENTA

Estos son los cortes de luz programados para el fin de semana en Tucumán

Conocé si tu barrio está incluido en el cronograma de obras para la mejora del servicio.

Un apagón eléctrico dejó sin luz a miles de vecinos del sur de la provincia

Miércoles 07 de Febrero de 2018



SERVICIO DE ENERGÍA

La explicación de EDET por los cortes que dejan sin luz a los tucumanos

La Empresa de Distribución Eléctrica de Tucumán (EDET) detalló por qué se realizan cortes programados en el suministro de energía en nuestro territorio. Una oferta a miles de tucumanos PREVIENE CORTES MAYORES

Cortan la luz por zonas en el Noroeste y en Banda del Río Salí

Es debido al incremento de la demanda, que ya roza récord histórico por la ola de calor. Buscan evitar que colapse el sistema.

Nota: Recortes tomados de medios de comunicación tucumanos desde el año 2017 a la actualidad, donde se muestra la problemática recurrente en el suministro de energía eléctrica. Fuente: <https://www.tucumanalas7.com.ar/local/gran-san-miguel/2017/1/3/cortan-la-luz-por-zonas-en-el-noroeste-en-banda-del-rio-sali-153596.html>; <http://www.diarioyerbabuena.com.ar/nota/locales/653804/edet-anuncia-nuevos-cortes-luz-programados-para-este-martes.html>; <https://www.lagaceta.com.ar/nota/926889/actualidad/tucuman-se-registro-record-demanda-electrica-hubo-cortes-varios-sectores.html>; <https://www.eltucumano.com/noticia/actualidad/266953/estos-son-los-cortes-de-luz-programados-para-el-fin-de-semana-en-tucuman>; <https://www.eltucumano.com/noticia/actualidad/279110/la-explicacion-de-edet-por-los-cortes-que-dejan-sin-luz-a-los-tucumanos>.

Tabla 3*Consumo de energía eléctrica en Tucumán*

Energía eléctrica facturada a usuarios finales en la Provincia de Tucumán, según tipo de usuarios (en MWh). Período 1993 – 2014.						
Año	Residencial	Comercial	Industrial	Alumbrado público	Otros	Total
1993	303.843	118.612	255.717	53.839	45.781	777.792
1994	340.205	150.880	262.438	49.448	48.333	851.304
1995	365.224	167.489	331.617	47.133	56.355	967.818
1996	388.137	188.424	361.206	46.917	55.019	1.039.703
1997	437.025	195.487	480.783	53.527	-	1.166.822
1998	485.606	238.447	468.897	61.612	-	1.254.562
1999	532.782	252.113	477.244	63.825	-	1.325.964
2000	544.282	252.688	501.416	65.384	-	1.363.770
2001	564.713	245.770	511.525	70.420	-	1.392.428
2002	544.923	233.880	493.801	72.335	-	1.344.939
2003	567.861	248.504	574.684	74.630	-	1.465.679
2004	602.318	297.509	606.360	81.904	-	1.588.091
2005	656.833	285.577	685.406	85.613	-	1.713.429
2006	735.365	311.408	712.895	91.047	-	1.850.715
2007	830.418	341.199	714.537	95.716	-	1.981.870
2008	871.787	359.859	626.191	95.329	-	1.953.166
2009	917.640	376.580	619.949	98.420	-	2.012.589
2010	969.778	393.121	635.665	97.573	-	2.096.137
2011	1.029.785	411.766	662.117	103.596	-	2.207.264
2012	1.159.946	438.012	1.000.383	104.340	-	2.702.681
2013	1.268.623	455.677	752.721	102.724	-	2.579.745
2014	1.345.107	465.699	825.918	104.579	-	2.741.303
Fuente: Secretaría de Energía de la Nación, Anuarios Estadísticos del Sector Eléctrico.						
Nota: incluye a los usuarios de EDET y del Mercado Eléctrico Mayorista.						

Nota: Consumo de energía eléctrica, facturada en el mercado mayorista y usuarios domiciliarios para la provincia de Tucumán. Fuente: García (2016).

La situación descrita debe enmarcarse en un contexto económico de crecimiento, que exige cada vez más de las redes de distribución eléctrica (Tabla 3) y donde dicha distribución genera grandes costos de infraestructura al estado. Los mismos podrían disminuir y convertirse en beneficios por parte de empresas, generando bioenergía.

Un detalle no menor, es que Tucumán, está incluido en el sistema interconectado nacional, que se basa en un 87% (Cabello, 2014) en fuentes fósiles como petróleo y gas. Esto condiciona seriamente su funcionamiento y capacidad de planificación estratégica, debido a las fluctuaciones internacionales en el precio y producción de petróleo, así como en las tendencias mundiales hacia la descarbonización de la economía.

Análisis PESTAL y FODA

El marco institucional, ambiental y social en el cual se encuentran inmersos los ingenios azucareros en la provincia de Tucumán, es harto complejo y merece un análisis que permita tener una idea general de este entorno. Con el objetivo de entender mejor la propuesta que se plantea en este trabajo, se desarrolla los análisis PESTAL y FODA para un ingenio azucarero tucumano en el año 2022. Cabe aclarar que este análisis busca brindar una visión general del entorno y que la administración de cada empresa debería realizar un análisis pormenorizado de los aspectos que aquí se exponen, con el objetivo de disminuir la incertidumbre a la hora de encarar un proyecto del tipo planteado.

Matriz PESTAL

Factores políticos	Factores económicos	Factores sociales
<ul style="list-style-type: none"> ● Pocas y difusas políticas que promuevan el uso del RAC como biocombustible a nivel provincial. ● Existen pocas políticas que estimulen la generación de energía de forma descentralizada. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inestabilidad en el precio de los biocombustibles. ● Aumento en los costos de energía. ● La generación de bioenergía a partir de RAC, requiere de considerables inversiones. ● Demanda de energía creciente. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Presión por impactos ambientales. ● Presión de empleados por beneficios económicos. ● Gran importancia de los ingenios en la sociedad por su rol central en el desarrollo de ciudades y pueblos y por volumen de empleo en el sector.
Factores tecnológicos	Factores ambientales	Factores legales
<ul style="list-style-type: none"> ● Nuevas tecnologías insertas en la sociedad requieren de mayor consumo energético ● Nuevas tecnologías podrían permitir la instalación de plantas modulares para la generación de bioenergía cerca de los sitios de producción de RAC. 	<ul style="list-style-type: none"> ● La industria azucarera es una de las más contaminantes en la provincia de Tucumán. ● La generación de bioenergía presenta un mejor balance de carbono que la generación de 	<ul style="list-style-type: none"> ● El marco legal-ambiental en la provincia de Tucumán, no regula de forma completa la generación de bioenergía mediante RAC. ● La ley nacional de biocombustibles no contempla la generación de bioenergía a partir de RAC.

<ul style="list-style-type: none"> Además de la combustión, la gasificación como alternativa tecnológica, ofrece otra alternativa interesante 	energía mediante el uso de combustibles fósiles.	
--	--	--

Matriz FODA

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> Los ingenios azucareros son la industria con mayor presencia social y económica en Tucumán. Los ingenios se encuentran en zonas que pueden ser estratégicas para la producción de bioenergía. La posición de negociación ante el Estado, es favorable por la gran influencia económica y social que tiene la industria azucarera. La actividad azucarera genera beneficios económicos variados, de forma directa e indirecta en la provincia de Tucumán. 	<ul style="list-style-type: none"> La capacidad y tecnologías instaladas no contemplan la producción de bioenergía a partir de RAC. Los conflictos ambientales y sociales cada vez son mayores. Los precios y políticas sobre biocombustibles son cambiantes a nivel nacional y provincial.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> La tendencia internacional podría favorecer a la generación de energías alternativas. Existen numerosas líneas de crédito internacional para proyectos en energías alternativas. Las organizaciones inversoras internacionales o de gran volumen de capital, presentan una tendencia a invertir en empresas socialmente responsables y sustentables. 	<ul style="list-style-type: none"> Nuevas tecnologías y metodologías, pueden dejar fuera de competencia a los biocombustibles. La tendencia mundial al menor consumo de azúcar puede generar un gran problema para la industria, ya que este es su producto principal.

Benchmarking

Como se dijo, la industria azucarera tucumana es la de mayor volúmen de producción de azúcar y superficie cultivada en el ámbito de la República Argentina, pero no la única (De Bernardi, 2019). Por este motivo, y a los fines de conocer la posición en la que se encuentran los ingenios azucareros para la generación de bioenergía y la adopción de una estrategia de

sustentabilidad y RSE concomitante, es de utilidad analizar las estrategias y la situación de algunos ingenios azucareros de la provincia y de la región.

Para ello se eligió a los Ingenios La Providencia y Concepción en la provincia de Tucumán, y los ingenios Tabacal en Salta y Ledesma en Jujuy.

El ingenio La Providencia perteneciente al grupo Arcor, es un modelo interesante a analizar, ya que según la información disponible pareciera ser uno de los más avanzados en cuanto a compromiso ambiental y social. Cabe aclarar que la información fue obtenida de las vías de comunicación al público que ofrece la empresa, ya que no se pudo contactar con representantes de la misma.

El mismo expresa un compromiso ambiental claro, en cuanto a las acciones reportadas por la Dirección de Fiscalización Ambiental de Tucumán. Esta empresa muestra una voluntad de mejora en sus parámetros ambientales, además de expresar un compromiso con la sustentabilidad y el desarrollo de la comunidad, mediante la promoción y el patrocinio de iniciativas en línea con los derechos humanos (*Política de sustentabilidad - Arcor, 2020*). En cuanto a la generación de bioenergía, no reportó producción de alcohol ni de otro tipo de bioenergía en los últimos 5 años (IPAAT, 2022), por lo que podría suponerse que su estrategia de negocios no la contempla como una alternativa.

El ingenio Concepción, según informes de la Dirección de Fiscalización Ambiental de la provincia de Tucumán, presenta un grado de conflictividad socio-ambiental mayor que el ingenio La Providencia, pero se encuentra en la búsqueda de alternativas para mejorar esta situación, y muestra intenciones claras de colaborar con los organismos de control para influir de mejor manera en la sociedad. En este sentido, el representante ambiental del ingenio expresa que al momento de la consulta, no existe un programa de producción de bioenergía a partir de RAC, pero se utiliza el mismo, mezclado con bagazo, para alimentar las calderas del ingenio y

generar energía propia. Esto disminuye la demanda de combustibles fósiles por parte de la industria, y por ende disminuye las emisiones del ingenio. Respecto al impacto social de la empresa, no se consiguieron datos ni manifiestos sobre políticas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en el ingenio, pero el representante de la empresa subraya el papel del ingenio como motor social en la localidad de la Banda Del Río Salí, donde se emplaza esta empresa. Esto se puede comprobar fácilmente, debido a que dicha localidad debe su crecimiento a la actividad económica generada por los tres ingenios que allí se emplazaban (P. Ballesteros, comunicación personal, 18 de enero de 2022).

Por otro lado, y buscando establecer un marco de *Benchmarking* más amplio y que contemple las provincias de mayor actividad cañera en Argentina, se recabó información sobre los ingenios Tabacal en Salta y Ledesma en Jujuy.

En cuanto al ingenio Tabacal, la información disponible muestra una estrategia clara en función a la producción de bioenergía, la cual se basa en una alianza estratégica con la empresa Seaboard, dedicada a energías renovables y alimentos. Para el caso de este ingenio, la producción de bioenergía como estrategia de negocios se encuentra completamente instalada en las actividades del ingenio. Esto queda plasmado en los informes de producción de bioetanol para el año 2020, donde se muestra que la producción de este producto es superior al promedio de los ingenios tucumanos, con un volumen de 101.050 m³. Asimismo, tanto el ingenio como Seaboard expresan en sus manifiestos públicos, un gran compromiso en cuando al impacto social de la empresa y políticas de RSE, pero no se encontraron acciones puntuales y comprobables sobre programas de esta índole, pudiéndose inferir que la empresa basa su estrategia de impacto social en la sostenibilidad de sus actividades (*Seaboard*, 2022).

El ingenio Ledesma, emplazado en la provincia de Jujuy, manifiesta un gran interés en la producción de bioenergía, siendo la producción de bioetanol de 54.000 m³, cantidad que supera al promedio de la producción tucumana.

En cuanto a la utilización de RAC como fuente de bioenergía, no se encontró información sobre su uso.

En el aspecto de las políticas de impacto social y RSI, el ingenio Ledesma muestra una política clara y sobresaliente, mostrando una gestión integrada, interviniendo en políticas de formación educativa para la sociedad donde se emplaza y promoviendo programas para la mejora de la asistencia sanitaria y comunitaria en la localidad de Ledesma.

Como se evidencia, los ingenios azucareros en Tucumán, si bien actúan en la producción de bioenergía, no muestra una estrategia clara y definida en cuanto al uso del RAC para obtenerla. En este sentido, la iniciativa del ingenio Concepción de utilizar este subproducto y la planificación de su integración como generador de energía en la Red Interconectada Nacional de energía, es una muy buena señal para la futura implementación de la utilización de RAC como fuente de energía.

En cuanto a la RSE y sostenibilidad, los ingenios tucumanos no muestran acciones claras de impacto social positivo, pero si algunas iniciativas de sostenibilidad interesantes. Mas aún, un aspecto que emerge en la investigación sobre el tema, es que la comunicación de actividades de RSE y sostenibilidad por parte de los ingenios, parece insuficiente. Esto disminuye el impacto positivo de acciones de este tipo en la sociedad tucumana y como señal positiva para inversores externos.

Marco normativo

El análisis del marco legal o normativo, se planteará circunscripto a los aspectos de la normativa ambiental vigente, que pueden afectar negativamente a los ingenios en cuanto a los

costos económicos que generen las multas o clausuras de la planta fabril, o bien en cuanto al daño a la imagen empresarial que representa el incumplimiento con las mencionadas normativas y la limitación que esto puede generar en la entrada a mercados exigentes. También se analizarán aspectos normativos a tener en cuenta para la producción de bioenergía, por cuanto éstos establecen los lineamientos generales para esta producción en el territorio argentino.

En cuanto al marco normativo completo en el cual opera un ingenio azucarero, y ya que el mismo involucra una enorme cantidad de legislaciones en diferentes aspectos de su actividad, no se realizarán mayores análisis, ya que el mismo excede a los límites y objetivos del presente estudio.

Para analizar el marco normativo relevante, se toma como referencia la disposición propuesta por Kelsen, quien establece una jerarquía normativa en cuanto a la prevalencia de normas más generales o de carácter más amplio, por sobre las normas de inferior alcance o referencia (Soza, 2018).

Bajo esta premisa, se analizó en primer término el marco normativo nacional, en el cual la Constitución Nacional (CN) es la legislación madre y donde se establece, en el Artículo 41, el derecho a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano, así como la obligatoriedad de recomposición del daño ambiental para quien genere (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

En el siguiente peldaño normativo, se sitúa la Ley General de Ambiente de la Nación 25.675, la cual establece los presupuestos mínimos para la gestión sustentable y adecuada del ambiente. De esta ley, se desprenden una serie de leyes denominadas “de presupuestos mínimos”, las cuales establecen los estándares mínimos de calidad ambiental aceptables para todo el territorio nacional (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

Entre las leyes de presupuestos mínimos (creadas a partir de la Ley 25.675), se encuentran leyes que establecen pisos normativos para diferentes actividades, siendo las que más se ajustan al análisis de uso de RAC como fuente de bioenergía y al impacto ambiental de los ingenios, las siguientes:

- Ley 26.562 de protección ambiental para el control de actividades de quema.
- Ley 27.520 de adaptación y mitigación al cambio climático.
- Ley 26.815 de manejo del fuego.

Las leyes enumeradas establecen un marco normativo de operación y sancionatorio para las actividades de quema de biomasa y acción respecto del cambio climático.

Una buena posibilidad para solucionar en parte dicha problemática, de quema y cambio climático, se encuentra el uso de RAC como fuente de bioenergía.

Otra legislación de importancia, íntimamente relacionada con la generación de energía a partir de RAC, es la denominada Ley de Biocombustibles (Ley 26.039) la cual establece el marco para la promoción y manejo sustentable de los biocombustibles, así como la definición biocombustible y el corte (porcentaje) de este tipo de combustible que debe añadirse a la nafta (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

Cabe aclarar que existen en esta legislación algunas falencias marcadas por los expertos en cuanto a la diferenciación de precios y el porcentaje de corte de biocombustibles en naftas que permitan una competencia real de los biocombustibles frente a los de origen fósil, pero es un buen primer paso en el camino hacia la descarbonización de la economía y una buena oportunidad para los ingenios azucareros (S. Paz Brül, comunicación personal, 5 de marzo de 2022).

En el marco normativo provincial y de forma análoga al ámbito nacional, la Constitución Provincial (CP) de Tucumán, establece en su artículo 41, el derecho a un ambiente

sano y la obligatoriedad de reparación del daño ambiental generado, por parte de quien lo produjera. En cuanto a la gestión ambiental a la cual da lugar la CP en su Artículo 41, se rige de forma general por la Ley de Medio Ambiente (Ley 6.253), la cual establece las bases de la gestión ambiental para la provincia (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

A partir de la Ley 6.253, se establece un marco normativo que abarca a la gestión de diferentes aspectos ambientales.

En la provincia de Tucumán existe legislación que busca proteger la calidad de los recursos hídricos como por ejemplo la prohibición de volcar cachaza (desecho de la producción de azúcar) en cursos de agua (Ley 5.192) (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

Por otro lado, y en cuanto a la protección de la calidad del aire, la Ley 7.460, obliga a los ingenios azucareros a instalar dispositivos que eviten la emisión de partículas contaminantes a la atmosfera, complementando esta normativa, con la prohibición de quema de biomasa en la Ley 7.873. Esta complementariedad, se da por el hecho de que la quema de biomasa de forma no controlada, introduce numerosos contaminantes en la atmósfera y se encuentra íntimamente relacionada con la actividad azucarera primaria (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

Por último, en cuanto a la generación de energía que puede obtenerse mediante el uso del RAC como materia prima, es la ley 8.994 de generación distribuida, la que establece el marco legal y operativo en el cual tendrá que encuadrarse cualquier proyecto relacionado con generación de bioenergía a partir de RAC, que busque la inyección de electricidad en la red.

Esta ley, alcanza a los usuarios que instalen un Sistema de Generación Distribuida, basado en fuentes renovables y establece para ellos, la denominación de prosumidores por las características de esta operación. Esta denominación, se debe al uso de los medidores bidireccionales establecido en esta legislación, los cuales permiten a los prosumidores inyectar

electricidad a la red cuando su producción es mayor que el consumo, a la vez que da la posibilidad de consumir energía de la red cuando la producción de ésta es menor a su consumo (*InfoLeg - Información Legislativa*, s. f.).

Justificación del estudio

Mercado del azúcar y el alcohol

Si bien el producto principal en cuanto a volumen de producción e ingresos en los ingenios azucareros es el azúcar blanco o refinado, no es el único producto que ofrecen los ingenios. El alcohol es otra oferta interesante en este tipo de empresas, por tener una gran demanda potencial de mercado en su utilización como combustible renovable. Este tipo de combustible, también llamado biocombustible por la materia prima biológica de la cual se obtiene, se encuentra promovido en la República Argentina, por la Ley 26.093, que establece el “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”. En esta ley, se fija que todo combustible definido como “nafta” debe incorporar en su composición, un porcentaje del 5% de bioetanol como mínimo.

El análisis de mercado que se plantea en este apartado, se inicia con el estudio general del mercado del azúcar a nivel internacional. En este contexto, para el año 2017, los datos muestran una producción de azúcar valuado en 24,7 billones de dólares sumando producciones nacionales, estimándose que el 34,3% de dicha producción fue destinada a la exportación. En este mercado de gran volumen, también se observó que los mayores exportadores de azúcar a nivel mundial, fueron Brasil (11,4 billones de U\$D), Tailandia (2,6 billones de U\$D) y Francia (1,3 billones de U\$D), siendo los mayores importadores: Indonesia (2,3 billones de U\$D), Estados Unidos (1,7 billones de U\$D) y Bangladesh (1,1 billones de U\$D) (Voora et al., 2019).

En cuanto a la producción de azúcar a nivel nacional, para el año 2017, Argentina contaba en ese período con 376.223 Has de caña de azúcar plantada, de la cual se obtuvo una producción de 21,4 millones de toneladas. En cuanto a las exportaciones de esta producción, se estima que 360.356 Tn se enviaron a destinos como Chile (53%), Reino Unido (30%), Nueva

Zelandia (25%), Estados Unidos (12%), Uruguay (11%), Canadá (5%), Bolivia (5%) y Bélgica (5%) (Voora et al., 2019).

En lo que hace al ámbito de la provincia de Tucumán, los volúmenes de producción, según datos proporcionados por el Instituto de Promoción del Azúcar y el Alcohol de Tucumán, expresan que los volúmenes obtenidos de estos productos, en todos los ingenios de la provincia, fueron de 923.406 Tn de azúcar blanco total y 310.318,550 m³ de alcohol total (bioetanol) para la zafra del año 2021 (IPAAT, 2022).

Tabla 4

Datos sobre la zafra 2021 para los ingenios azucareras de Tucumán.

ZAFRA 2021/2022		INSTITUTO DE PROMOCIÓN DEL AZÚCAR Y ALCOHOL DE TUCUMÁN		GOBIERNO DE TUCUMÁN			
TOTALES ZAFRA 2021 - 1RA QUINCENA MAYO hasta 2DA QUINCENA DICIEMBRE							
INGENIOS	Caña bruta molida total (t)	Azúcar crudo total (t)	Azúcar blanco total (t)	Azúcar físico total (t)	Azúcar equivalente (t)	Rendimiento azúcar equivalente (% caña de azúcar)	Alcohol total elaborado (m3)
Aguilares	572.525	5.152	39.885	45.037	45.034,485	7,866	0,000
Bella Vista	875.804	1.321	58.991	60.312	68.618,971	7,835	15.700,000
Concepción	2.691.362	108.117	133.531	241.648	241.666,983	8,979	45.303,000
Cruz Alta	651.592	43.257	8.261	51.538	51.541,393	7,910	0,000
Famaillá	825.743	8.555	61.844	70.399	70.399,922	8,526	6.325,281
La Corona	886.030	2.702	42.536	45.238	70.653,454	7,974	23.160,476
La Florida	2.201.003	14.116	76.491	90.607	184.202,411	8,369	114.478,629
La Providencia	1.553.910	14.859	120.967	135.826	135.825,428	8,741	0,000
La Trinidad	2.023.846	6.337	127.994	134.331	153.596,577	7,589	37.728,780
Leales	1.134.134	6.900	61.406	68.306	84.675,762	7,466	26.822,962
Marapa	457.267	0	34.583	34.583	37.480,988	8,197	6.770,000
Nuñorco	629.625	0	43.638	43.638	43.696,107	6,940	0,000
San Juan	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Santa Barbara(*)	445.793	5.790	33.338	39.128	39.127,455	8,777	6.562,597
Santa Rosa	1.228.794	0	79.921	79.921	102.631,747	8,352	27.466,825
Total quincena	16.177.428	217.106	923.406	1.140.512	1.329.151,683	8,216	310.318,550

Nota: El azúcar equivalente informado corresponde a la suma de azúcar físico, alcohol no proveniente de melaza expresado en toneladas de azúcar, más la diferencia de azúcar entre dos períodos (quincenas). El azúcar físico total, corresponde a la sumatoria de azúcar blanco y azúcar crudo. Fuente: IPAAT (2022).

De las cifras previamente expuestas, se puede observar que el mercado mundial del azúcar presenta un volumen más que considerable, pero un fenómeno de gran importancia para las proyecciones en este mercado es la creciente preocupación de los consumidores por los problemas asociados a la ingesta de azúcar. Esto lleva a la disminución en el consumo de este producto. Las predicciones en este aspecto, realizadas por la Organización para la Cooperación

y el Desarrollo Económico (OCDE) y la FAO (En español, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – ONUAA) anuncian un decrecimiento en el consumo del 1% anual (Voora et al., 2019). Esta situación, se vuelve más grave para el mercado del azúcar, si se tiene en cuenta que algunos países ya tomaron medidas más rígidas para desalentar su consumo. Este es el caso de Reino Unido, donde se introdujo en 2017 un impuesto al agregado de azúcar en bebidas buscando desalentar su utilización en diferentes productos, al considerar que el consumo contribuye en gran medida a la incidencia de obesidad y diabetes en la población, lo cual, según argumenta el gobierno de Reino Unido, constituye una externalidad negativa que genera un costo social muy elevado (Zhuri, 2018).

Otro dato no menos importante en cuanto al mercado del azúcar, es su gran variabilidad de precios en los mercados internacionales (Figura 11). En Argentina el tipo de cambio y los precios, sobre todo el de los insumos (sobre todos los importados) crea un problema de costos difícil de manejar para la gerencia de un ingenio.

Figura 8

Precios históricos del azúcar en el mercado estadounidense



Fuente: Precio Azúcar No11 EE.UU. | Cotización Azúcar No11 EE.UU. - Investing.com, (s. f.).

Otra situación que complejiza al mercado internacional del azúcar, es que a nivel mundial no solo se observa una tendencia a la baja en la demanda por menores consumos, sino que las exigencias de normas de calidad certificadas por terceros, como Bonsucro, Fairtrade International y Organic, incorporan aspectos de RSE y altos estándares ambientales que, en caso de no ser adoptados por las empresas azucareras dentro de un mediano plazo, les significará la pérdida de grandes cuotas de mercado. Todo esto, representan grandes desafíos para los administradores de ingenios azucareros en Tucumán, ya que la industria presenta grandes atrasos en cuanto a prácticas productivas y aplicación de tecnologías más eficientes.

En cuanto al mercado del alcohol producido a partir de fuentes biológicas renovables (bioetanol), a nivel mundial, su producción y consumo está directamente relacionado con el mercado de los biocombustibles. Este mercado muestra una marcada tendencia al crecimiento, alcanzando en la última década un aumento del 18%, con un máximo de producción en 2019 de 112.000.000 m³. En el período 2019-2020, se vio interrumpida con una fuerte caída del 10% debido en gran parte a la caída de la actividad productiva mundial como consecuencia de la pandemia de COVID-19 (Figura 12).

Los principales productores mundiales de bioetanol son Estados Unidos, Brasil, China, India y Canadá, con porcentajes de producción del 52%, 32%, 3%, 2% y 2% respectivamente. El 9 % restante, los producen varios países, entre los cuales, la mayor proporción es aportada por Tailandia, Francia y Argentina (Figura 10) (Torroba, 2021).

Figura 9

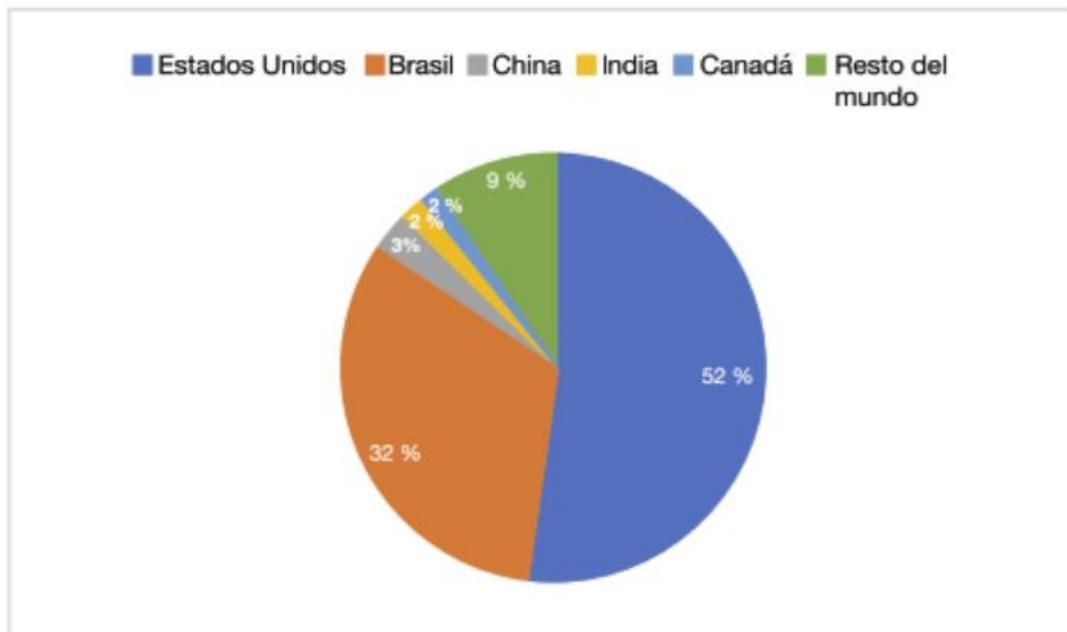
Variación interanual porcentual, tendencia y producción total de bioetanol (en miles de m³)



Fuente: Torroba (2021).

Figura 10

Distribución porcentual de la producción de bioetanol a nivel mundial



Fuente: Torroba (2021).

Por su parte, Argentina aportó a la producción de bioetanol, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), una cantidad que para el año 2016, fue de 880.000 tn, lo que equivale a 660.000 m³ de bioetanol (MAGyP, 2016) y de los cuales, Tucumán aportó para ese período 324.822 m³ (IPAAT, 2022).

A diferencia del consumo de azúcar, el bioetanol a nivel mundial, presenta una tendencia al alza, con un crecimiento acumulado de 27% en el período que va de 2011 a 2020 y proyecciones de crecimiento para los próximos años, aún mayores (Torroba, 2021). Estas proyecciones, las cuales muestran una tendencia al crecimiento en el consumo de los combustibles fósiles, constituyen una gran oportunidad para la industria azucarera en cuanto a la producción de energía, ya que este producto no solo muestra signos positivos claros en cuanto a su demanda, sino, que al tratarse de un producto estratégico para el desarrollo comercial y social, es cuestión de tiempo hasta que las políticas de estado se centren en su producción, mejorando las condiciones para los ingenios azucareros.

Mercado de la energía y oportunidad para la industria azucarera tucumana

El mercado mundial de la energía, se encuentra hoy en día, todavía dominado por la utilización de combustibles fósiles, de los cuales el petróleo, el carbón y el gas son los más utilizados, en una proporción aproximada de 30%, 27% y 24% respectivamente (*Estadísticas de consumo energético mundial* / Enerdata, 2020). En este ámbito, la utilización de fuentes renovables de todos los tipos para la obtención de dicha energía, si bien representa un porcentaje minoritario de generación a nivel mundial, la misma muestra una clara tendencia al crecimiento. Esto se debe no solo a la mayor demanda energética de las nuevas tecnologías, actividades económicas y hábitos de consumo, sino también a políticas energéticas cada vez más estrictas en cuanto a la disminución de emisiones, que se vienen adoptando por la Unión Europea y otros países desarrollados. Esto representa una gran oportunidad para los ingenios azucareros en cuanto a que su actividad involucra la utilización de una materia prima que fija

carbono, y por lo tanto, disminuye la emisión neta de carbono, lo cual puede ser muy atractivo para mercado exigentes en cuanto a parámetros ambientales. Además, esta situación ventajosa se puede ver potenciada, si se incorpora la utilización de RAC como fuente extra de generación de energía, lo cual mejoraría el balance de carbono del proceso, así como el aporte a la producción de energía.

Por último, y buscando realizar una apreciación económica que dé una idea de la oportunidad de negocios que puede ser el aprovechamiento de bioenergía para las empresas azucareras, se puede decir, considerando estudios realizados en el área, que si se toma al RAC como un recurso energético disponible que queda en el campo y no es aprovechado, para el año 2014, la cantidad de este recurso desaprovechado, fue de 1,2 millones de toneladas, las cuales podrían haberse convertido, según expresa Golato (2017), en 331.962,39 tep o 3.860.726.084,7 Kw/h. Esto lo cual podría considerarse en condiciones ideales, que representa un valor monetario aproximado de 22.430.818.548,04 \$, si se toman los costos de producción de electricidad promedio en Argentina (*Argentina precios de la electricidad, junio 2021, 2021*). Cabe aclarar que para esta aproximación, la cifra expresada no contempla costes de transporte y generación, los cuales exceden a este trabajo, por requerir de un profundo análisis técnico-económico y que tampoco se consideran los beneficios económicos indirectos de satisfacer la demanda social por una energía de mejor calidad en cuanto a su suministro, así como menos intensiva en emisiones de carbono.

Mercado para empresas socialmente responsables y sustentables

Existe en la actualidad una tendencia clara, por parte de los inversores y consumidores, de optar por productos provenientes de empresas que presenten un compromiso ambiental claro y transparente, así como una reputación social buena, en cuanto al trato justo con sus empleados, proveedores y demás *stakeholders* que intervengan en sus procesos y cadena de valor. En este sentido, es clave entender que la sustentabilidad y la RSE son aspectos íntimamente

relacionados y que pueden tener un impacto significativo en la forma en que los *stakeholders* y potenciales inversores perciben a las empresas (Su et al., 2016).

Los ingenios azucareros, entonces, pueden encontrar en una estrategia de diferenciación mediante un giro claro hacia la sustentabilidad de sus actividades, así como la mejora del impacto ambiental y social, una forma de mejorar su imagen ante los posibles interesados. Esto con el objetivo de atraer consumidores exigentes e inversiones que puedan ser aplicadas a una modernización que dé inicio a un círculo virtuoso en el cual se inserten mejoras en las condiciones laborales, el impacto ambiental y el compromiso social.

Se puede decir, por último, que dados los cambios esperados en la percepción en RSI y sustentabilidad para el entorno local e internacional, los administradores de ingenios azucareros pueden tener en la producción de bioenergía a partir de RAC, una alternativa interesante. Esto, no solo por su potencial como negocio, el cual estriba en la necesidad creciente de energía a la que se enfrenta la humanidad, sino que, debido a su impacto social positivo por la disminución de la contaminación, tiene el potencial de generar el triple impacto social, económico y ambiental que tanto se valora a nivel internacional (Fontaine, 2013).

Todo esto, se potencia, si se considera que una planificación en la cual se incorpore esta generación de energía, dentro de un plan de generación distribuida que supla las necesidades de energía en poblaciones donde la infraestructura eléctrica es insuficiente o inexistente, la producción de bioenergía a partir de RAC, puede representar una alternativa políticamente atractiva que acelere los cambios necesarios para hacer más rentable dicha generación y la generación de políticas beneficiosas, por parte del estado, que permitan mejorar la rentabilidad de la actividad.

Limitaciones del estudio

El presente trabajo se plantea como un análisis general de los ingenios azucareros tucumanos, buscando sentar las bases para un análisis individual pormenorizado, que permita las empresas azucareras tucumanas o bien de otras regiones, encontrar herramientas que permitan adoptar una estrategia con gran potencial a mediano y largo plazo.

Al tratarse de un análisis general sobre contexto nacional e internacional, que involucra un cambio de estrategia con implicaciones profundas en algunos aspectos, algunas de las limitaciones que emergen en este trabajo, están relacionadas con la disponibilidad de datos actualizados y pormenorizados sobre la situación particular de los ingenios en diferentes aspectos. En este sentido, las cifras de costos y presupuestos para Investigación y Desarrollo (I+D), así como detalles de procesos y tecnologías utilizadas en ellos, varían ampliamente entre las diferentes empresas azucareras de la provincia de Tucumán, y el acceso a estos datos se mostró harto difícil para el investigador, por tratarse de una actividad en donde muchos aspectos se manejan en la informalidad.

En cuanto al análisis de opinión, llevado a cabo mediante encuestas, surge como aspecto importante la limitación en cuanto a la representatividad de las percepciones plasmadas en los datos recabados, ya que si bien la actividad azucarera afecta de forma directa o indirecta a todo el territorio de la provincia de Tucumán, de los 198 encuestados, la gran mayoría reside en los municipios de San Miguel de Tucumán, Yerba Buena y Tafí Viejo, en los cuales no se emplazan ingenios azucareros, pero que si se encuentran en la zona de influencia directa de su actividad. En este sentido, cabe aclarar que las limitaciones de presupuesto y tiempo, no permitieron extender el análisis de opinión a todo el territorio de la provincia.

Por último, y en cuanto a las entrevistas a expertos, se observa que podría haberse enriquecido el estudio mediante la incorporación de más expertos consultados en el ámbito de

los ingenios azucareros y de los consumidores mayoristas de azúcar, con el objeto de analizar de forma más abarcativa y representativa, la situación en estos ámbitos. Esta carencia podría explicarse por el recelo que existe en estos ámbitos a revelar información de índole ambiental y económica, lo cual que limitó las posibilidades de estudio en este sentido.

Marco teórico

Economía lineal y circular

El modelo productivo y económico actual presenta un flujo que se podría denominar “lineal”, debido a que el mismo se basa en actividades que van desde la extracción o uso de recursos naturales, hasta la disposición final de los desechos producidos una vez que el producto utilizado cumple la función que le asigna el consumidor objetivo. Este modelo, claramente inviable en un sistema finito, como lo es el planeta tierra, coloca demandas insostenibles sobre dicho sistema, a la vez que genera grandes vulnerabilidades para las empresas, en relación a los cambios bruscos de precios que se esperan a medida que los recursos naturales se hacen más escasos. Más aún, el futuro se vuelve más inestable e incierto, si agregamos la tendencia al alza que existe en el consumo mundial, el cual, se observa claramente en el mercado energético. Este mercado, mostró incrementos que, si bien para el período 1800 a 1900 fueron del 100%, esta tasa de crecimiento en el consumo se multiplicó por 20 durante el siglo pasado, con una tendencia que va en aumento.

La tendencia al alza en el consumo, no solo se observa en el mercado energético por el uso de recursos naturales como minerales, combustibles fósiles, biomasa y agua consumida. Según el Programa de Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA), para el año 2050 podría triplicarse el uso de minerales, combustible fósiles y biomasa, mientras que el consumo de agua podría aumentar en un 50% para el año 2030 (Preston, 2012). En este sentido, se podría decir que el planeta se está achicando para los humanos a medida que los precios y la volatilidad de los mismos aumenta. Además, el aumento de la población y la urbanización, llevan a que los recursos se encuentren en lugares cada vez menos accesibles y que su extracción sea más costosa (Macarthur, 2013). Estas amenazas crecen a un ritmo alarmante, y se materializan en variados problemas de alcance mundial. Entre ellos, se pueden mencionar el aumento de la

desertificación; el incremento en el nivel de los mares y la disminución de la biodiversidad. Todos ellos complican las condiciones de vida de la población en general, a la vez que aumentan la presión sobre el estado y el sistema económico, pudiendo generar grandes crisis económicas que sin soluciones inmediatas ni definitivas en el modelo lineal predominante.

Por otro lado, el modelo circular de la economía propone ciclos de producción y consumo cerrados, en los cuales los recursos se reutilizan y la energía se conserva en gran parte. Esto tiene enormes implicancias, no solo en la forma en la que se produce, sino también en la fabricación de productos, la distribución de los mismos, así como su consumo, ya que este modelo requiere de la introducción de numerosos cambios graduales que permitan una adaptación a este nuevo paradigma económico (Preston, 2012).

El surgimiento de este modelo, viene a dar respuesta al fallo de mercado que representan la mala asignación de valor a las externalidades negativas surgidas de la extracción desmedida de recursos y el vertido de contaminantes en el ambiente, lo cual provoca, no solo depleción de recursos valiosos, la pérdida de servicios ambientales y la reducción de la capacidad que tienen los sistemas biológicos de soportar vida en todos los niveles, sino que dejan el terreno fértil para el surgimiento de problema económicos, relacionados con las crecientes carencias de materias primas para la producción (Andersen, 2007).

El modelo económico circular, basa su funcionamiento en algunos principios básicos (Macarthur, 2013), estos son:

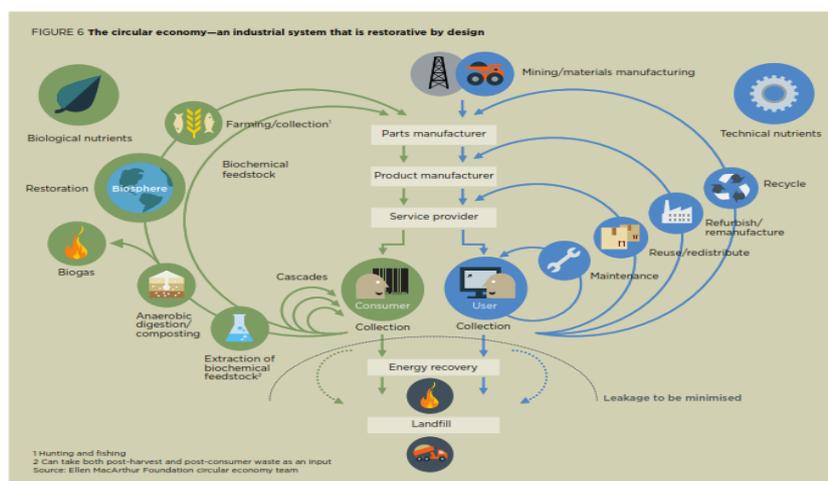
- Eco diseño o diseño sin desperdicio: Busca el diseño de productos y *packagings* en los cuales los materiales usados sean biodegradables o bien que estos productos o *packagings* sean diseñados de manera que sean fácilmente reciclados, desensamblados o reutilizados.

- Resiliencia a través de la diversidad: Elaborar sistemas numerosos y diversos que permitan una mayor resiliencia ante condiciones rápidamente cambiantes, mediante un planteo de modularidad, versatilidad y adaptabilidad en los procesos y productos.
- Crecimiento a partir de energías renovables: Se busca la dependencia mayoritaria en este tipo de energías con bajas o nulas tasas de emisión de carbono.
- Pensar en sistemas: Es crucial la habilidad de entender como las partes influncian al todo y como se influncian entre ellas, para considerar las relaciones que los elementos del sistema guardan con el ambiente, la sociedad y la economía.
- Desecho es comida: Es clave la habilidad de reintroducir productos y materiales no tóxicos en la biosfera, una vez que se agotaron los ciclos reiterativos que se plantean en el modelo circular.

Estos principios son la base para entender el funcionamiento del modelo, y nos permiten ver como el planteo de producción de bioenergía en ingenios azucareros puede encajar muy bien en este nuevo paradigma de producción.

Figura 11

Modelo económico circular



Nota: El modelo planteado toma como punto de referencia un proceso industrial. Fuente: <https://ellenmacarthurfoundation.org/> (s.f.)

Bioeconomía

El concepto de bioeconomía se encuentra íntimamente ligado con el modelo circular, y podría decirse que ambos son una forma de respuesta a las problemáticas que surgen del modelo productivo lineal, el cual se evidencia cada vez más en el agotamiento de recursos naturales. Es en este escenario de agotamiento, que deben tratarse con especial las materias primas, los recursos energéticos, el agua y los alimentos, ya que con ellos se cubren las necesidades básicas de la sociedad, y su falta de suministro, podría generar grandes conflictos (Zuñiga & Guarín Echeverry, 2017).

Cuando se habla de bioeconomía y crecimiento económico, es preciso mencionar las primeras aproximaciones al concepto. Georgescu-Roegen realiza un análisis del modelo económico vigente en relación a las leyes de la termodinámica, incorporando al análisis económico, problemáticas como la contaminación ambiental y el agotamiento de recursos no renovables. Esta aproximación, convierte al autor en uno de los pioneros en el planteo del concepto de la naturaleza inserta en los análisis económicos y en cómo se debe plantear en este análisis la finitud de los recursos (Zuñiga & Guarín Echeverry, 2017). Esta perspectiva, es vital para iniciar las críticas al modelo económico lineal que aún sigue en vigencia y que externaliza los costos sociales y ambientales de una producción que busca un crecimiento perpetuo.

Para definir la bioeconomía, existen múltiples autores que adaptan definiciones o bien que proponen sus propias definiciones del concepto. Algunas de las definiciones que se adaptan más a los fines de este trabajo son:

- “Uso de la biomasa con la asistencia de biotecnologías para la producción de fuentes de energía, componentes químicas, materiales y otros bioproductos”...”Esta biomasa puede encontrarse en estado salvaje (selva amazónica, fauna silvestre y baldía en el África subsahariana o microorganismos y algas en el océano) o ser producida por la

mano del hombre, en la cual el sector agropecuario está llamado a desempeñar un papel estratégico (silvicultura, plantación o ganadería)”(Henry & Pahun, 2014).

- “La bioeconomía se basa en un concepto que puede plantearse como *fotosíntesis en tiempo real*, donde el uso de biomasa natural, como fuente principal de energía y carbono, pone dentro de la misma era geológica a los procesos de emisión y secuestro de carbono y, por lo tanto, ofrece una importante mejora en cuanto al impacto ambiental de las actividades económicas involucradas” (de Jaramillo et al., 2019).
- “Es la ciencia que determina el umbral de la actividad socioeconómica para la cual podría utilizarse un sistema biológico sin destruir las condiciones necesarias para su regeneración y, por ende, su sostenibilidad. El mantra de la Bioeconomía es externalizar las ganancias, pero privatizar los costes que derivan de la empresa capitalista al contrario de la Economía Neoclásica que externaliza los costes e internaliza las ganancias.” ... “Este tipo de economía se basa sobre la idea de que la creación de riqueza y prosperidad humana es posible solo, si la empresa humana sigue el camino del crecimiento continuo.”(Mohammadian, 2000).

En una aproximación de las definiciones a la temática de este trabajo, se puede decir que la bioeconomía puede entenderse como la concepción de una economía que busca un crecimiento “permitido” por los límites biológicos que impone nuestro planeta. Es aquí donde toma relevancia la producción de bioenergía a partir de biomasa, ya que esto disminuiría la introducción de carbono fósil en la atmósfera. Esta situación llevaría a la captura y emisión de carbono en una misma ventana temporal, tendiendo con esto a una neutralidad de carbono para la industria azucarera, mejorando el balance ambiental de una industria que hace años es acusada por la una gran parte de los tucumanos, como altamente contaminante y en total desconexión con los intereses sociales.

Biomasa, cultivos energéticos y agroenergética

Cuando se habla de biomasa, se hace referencia a un conjunto heterogéneo de materias orgánicas de diferentes orígenes y composiciones. Este concepto, aplicado al ámbito energético, abarca a todas las fuentes de energía renovable formada por vía biológica en un pasado inmediato, o de los productos derivados de esta vía. Cabe aclarar que, si bien no tiene aplicación en este trabajo, también se considera como energía de la biomasa (o bioenergía), a la que se obtiene de materia orgánica de aguas residuales y lodos de sistemas de tratamiento de las mismas y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (Fernandez, 2003).

En cuanto a los conceptos de cultivos energéticos y agroenergética, los mismos están íntimamente ligados, ya que la agroenergética es la práctica de generar energía mediante la utilización de cultivos energéticos. Cuando se habla de cultivos energéticos, los mismos incluyen variedades vegetales cuyo uso sea la generación de energía (bioenergía), y no de productos con fines alimentarios, como se da en la mayoría de los casos.

La práctica de producción de bioenergía (agroenergética), presenta numerosas ventajas ambientales, como ser un balance cero de carbono; escaso o nulo contenido de azufre que pudiera oxidarse en la atmósfera (lo que ocurre con los combustibles fósiles). Asimismo, otro beneficio de este tipo de energía es que las emisiones producidas por biocarburantes, generan menos partículas sólidas que los carburantes provenientes de combustibles fósiles, por lo cual, es posible recuperar las cenizas, para su posterior utilización como fertilizantes, aportando a un modelo más circular de producción.

Por último, otra de las ventajas claves del aprovechamiento de biomasa como combustible, es que la materia prima utilizada puede pasar de ser considerada un desecho (como el RAC), a una fuente de energía. Esto generaría múltiples beneficios como por ejemplo disminuir el uso de tierras potencialmente útiles como rellenos sanitarios; evitar la quema de

basura y biomasa; disminuir los costos en energía y las emisiones de GEI (Fernandez, 2003). Otros beneficios que resultan de la aplicación de cultivos energéticos o agroenergética, son las mejoras socio-económicas que emergen de la menor dependencia de los combustibles fósiles y de la revalorización del mundo rural como actividad estratégica.

Residuo agrícola de cosecha

Al momento de cosechar la caña de azúcar, las maquinas cosechadoras realizan cortes que le permitirán disponerla en camiones para ser llevada posteriormente a la industria. Con este corte se busca cargar la menor cantidad posible de biomasa no utilizable, por lo que las partes de la caña que corresponden a tallo no procesable y que en peso representa un 20% de la biomasa, quedarán en el campo (Feijóo et al., 2015).

Este residuo de cosecha tiene usos potenciales y problemas relacionados, lo que lo convierte en un importante tema de estudio en la provincia de Tucumán.

Se calcula que las cantidades de RAC que se produce durante la época de cosecha, se estiman en 1.272 millones de toneladas, calculado a partir del coeficiente de biomasa residual promedio entre las variedades de caña cosechada en Tucumán, el cual es de 151Kg RAC/tn caña.

Los posibles usos para el RAC son variados, y entre ellos, cabe mencionar los siguientes:

- Uso en los campos para favorecer el control de malezas y conservar la humedad de los suelos.
- Alimento de ganado.
- Posible utilización como combustible renovable en calderas de ingenios, para producción de bioenergía.

Para facilitar el manipuleo y transporte del RAC a los ingenios, es necesario el uso de máquinas enfardadoras que permitan disminuir los costos de transporte, así como la optimización de espacios para almacenamiento («El Residuo Agrícola De La Cosecha De Caña (RAC) Tiene Potencial Agronómico Y Energético», 2018).

Las posibles utilidades del RAC se basan en las características fisicoquímicas y estructurales del mismo, por lo que la necesidad de una caracterización de este residuo es indispensable para un análisis más preciso. Esta necesidad es imperiosa en el caso de ser utilizado como combustible, ya que, por ejemplo, si se utiliza en las calderas del ingenio, podría causar problemas de integridad en las mismas, si no se adecúan las condiciones de utilización.

El RAC es un material lignocelulósico formado por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, además de cantidades relativamente altas de silicio, potasio, sodio y cloro. Estos componentes se encuentran en diferentes proporciones, dependiendo de la variedad de la caña y la composición de suelo en el área de estudio. En cuanto a las características importantes, para su posible utilización como combustible, se puede mencionar que la temperatura de fusibilidad de las cenizas contenidas en el RAC es muy elevada, por lo que su uso en las calderas no representa un problema. Por otro lado, se encontró que la combustión de este recurso biomásico tendría condiciones similares a las del bagazo, con la diferencia de que el RAC presentará mayor cantidad de cenizas debido a la porción inorgánica incorporada desde el suelo al momento de recoger este residuo (Zamora Rueda et al., 2016).

Otra medida importante que se determina para evaluar el comportamiento energético de la biomasa es el poder calorífico superior (PCS), el cual es una medida del calor liberado por la combustión completa de la biomasa y sirve para tener una idea del rendimiento energético que presentará la biomasa para la producción de bioenergía. En lo que respecta a este y otros factores importantes en la evaluación del RAC como fuente de energía en calderas

bagaceras de ingenios azucareros, la Tabla 5 y la Figura 11 muestran datos comparativos que sirven de referencia (Castagnaro et al., 2011).

Tabla 5

Datos de ensayos sobre muestras de biomásas de la región analizada.

Material ensayado	Variable	n	Media	CV %	Min.	Máx.
Bagazo de caña de azúcar	Humedad [%]	12	51,44	9,58	37,63	55,96
	Cenizas [% b.s.]	12	6,12	38,24	3,21	10,73
	PCS [kJ/kg b.s.]	11	17.947,00	2,72	17.029,00	18.626,00
Médula de caña de azúcar	Humedad [%]	5	52,02	1,23	51,57	53,13
	Cenizas [% b.s.]	5	6,33	23,85	4,29	7,81
	PCS [kJ/kg b.s.]	5	18.095,00	1,97	17.774,00	18.578,00
RAC (presecado a campo)	Humedad [%]	16	7,63	35,55	3,96	12,65
	Cenizas [% b.s.]	16	10,43	17,48	7,66	13,33
	PCS [kJ/kg b.s.]	16	15.749,00	8,15	13.675,00	17.856,00
RAC+bagazo.	Humedad [%]	3	47,81	14,52	39,83	52,41
	Cenizas [% b.s.]	3	9,80	27,16	7,18	12,50
	PCS [kJ/kg b.s.]	3	17.130,00	2,36	16.675,00	17.450,00
Afrechillo de trigo	Humedad [%]	3	14,01	0,43	13,95	14,07
	Cenizas [% b.s.]	3	5,06	2,55	4,96	5,20
	PCS [kJ/kg b.s.]	3	18.982,00	0,66	18.895	19.126
Bagazo de sorgo (fibra lavada y secada en estufa)	Humedad [%]	28	2,60	57,01	0,46	5,69
	Cenizas [% b.s.]	28	3,14	12,27	2,51	3,91
	PCS [kJ/kg b.s.]	28	17.809,00	1,59	17.265,00	18.495,00
Cáscara limón (deshidratada)	Humedad [%]	4	8,03	32,95	4,45	10,37
	Cenizas [% b.s.]	1	4,99	-	-	-
	PCS [kJ/kg b.s.]	4	17.186,00	3,74	16.296,00	17.709,00
Polvo de cáscara de limón	Humedad [%]	1	6,19	-	-	-
	Cenizas [% b.s.]	1	5,97	-	-	-
	PCS [kJ/kg b.s.]	1	17.441,00	-	-	-

n= número de determinaciones.

Media= valor medio de las determinaciones.

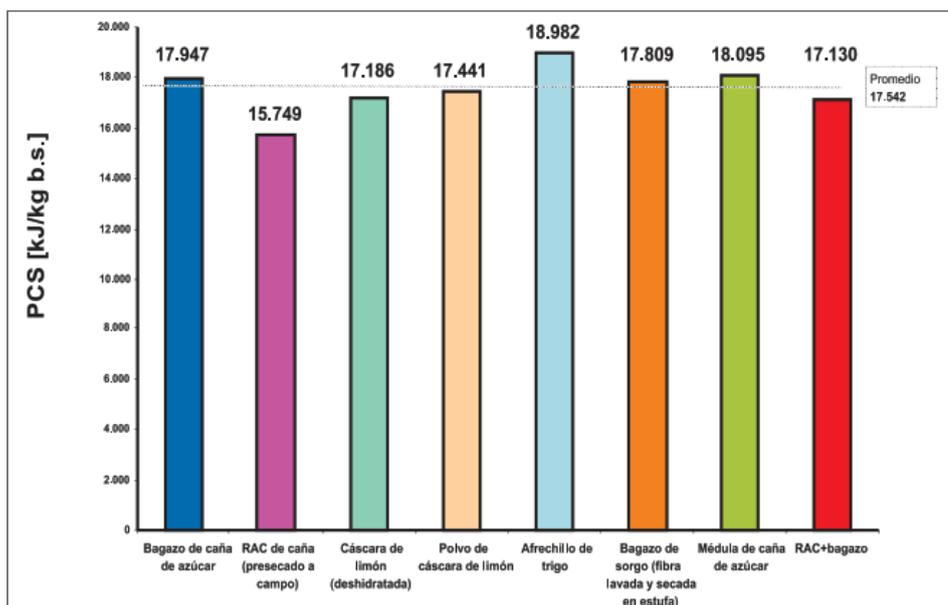
CV%= coeficiente de variación porcentual.

Min. y Máx.= valores mínimos y máximos de cada conjunto de mediciones.

Fuente: Castagnaro et al.(2011).

Figura 12

Valores promedio de PCS de las muestras de diferentes biomásas propuestas para la producción de bioenergía



Fuente: Castagnaro et al. (2011).

Bioenergía

La generación de bioenergía se basa en la producción de energía eléctrica a partir de recursos biomásicos, entendiéndose como recurso biomásico al material de origen biológico (excluidas las formaciones fósiles), donde se incluyen desechos o subproductos agrícolas (en esta categoría entra el RAC), residuos y subproductos forestales, estiércol o biomasa microbiana (Navntoft et al., 2019). Estos recursos, son una fuente renovable de energía debido a que presentan la capacidad de regenerarse, a través de la captura de carbono y la transformación de moléculas simples en otras de mayor complejidad que se incorporan a los organismos fotosintéticos.

El proceso de captura de carbono que se da en la fotosíntesis de las plantas, tiene lugar en forma cíclica en la naturaleza, y desde el punto de vista de la problemática que existe actualmente con los GEI, tiene una importancia clave en la mitigación de los efectos del cambio

climático. Es en este hecho, que radica una de las ventajas de la bioenergía desde el punto de vista ambiental, ya que una generación bien gestionada y sustentable de esta fuente de energía, permite un balance neutro o negativo de emisiones de GEI durante su generación y uso.

Una definición más técnica de bioenergía, establece que “es la energía que se libera de la ruptura de enlaces presentes en compuestos orgánicos, durante el proceso de combustión, lo que da como producto final, dióxido de carbono (CO₂) y agua”. La energía liberada de este modo, se denomina renovable, porque el contenido energético de los enlaces presentes en las moléculas orgánicas, debe su energía, en última instancia a la luz solar, la cual permite la fijación de carbono atmosférico que tiene lugar en las reacciones que forman parte de proceso de fotosíntesis (Fernandez, 2003).

Un aspecto de gran importancia en la utilización de biomasa como fuente de energía es el contenido de humedad de la misma, lo que condiciona a los procesos necesarios para obtener la misma.

La biomasa seca es la que presenta un contenido de humedad menor al 60%, siendo ésta la que puede ser utilizada como combustible de calderas generadoras de energía térmica y eléctrica, en un proceso denominado Cogeneración.

El proceso denominada Cogeneración se da dentro de las calderas alimentadas con biomasa seca (incluido el RAC), donde se calienta el agua para producir vapor, el que es utilizado, por un lado, como energía térmica para procesos industriales y por otro, se deriva para generar electricidad a través de turbinas diseñadas para tal fin.

Otro método de obtención de energía a partir de la biomasa seca es el de gasificación, en el cual, se produce gas “pobre” que se puede utilizar para generar energía térmica mediante su combustión, o bien ser acondicionado para su utilización como combustible de motores de combustión interna que produzcan electricidad (Navntoft et al., 2019).

La generación y distribución de bioenergía, representa una oportunidad de mejora en la sustentabilidad de las actividades productivas, pero crea a su vez la necesidad de establecimientos dedicados a la extracción de diversos productos biológicos o la adecuación de capacidades instaladas para estos fines. En este sentido, un desafío para las centrales de procesamiento de biomasa (biorrefinerías) es la logística e infraestructura que requiere el almacenado seguro y en condiciones óptimas de la biomasa. Gestionado de modo correcto y eficiente, brinda la posibilidad de suministro constante y almacenamiento, además de que una buena gestión de sus desechos, puede dar lugar a la producción de fertilizantes orgánicos.

De acuerdo a lo mencionado *ut supra*, es que se puede apreciar el gran potencial para la generación de bioenergía a partir de residuos de cosecha (RAC), lo cual se está estudiando en México, como describen Martínez Bravo y Mesera (2020) y Brasil, según lo expuesto por Sizuo et al. (2012) aunque no se encontraron casos de uso, funcionando en la actualidad.

Biorrefinerías

El término biorrefinería puede englobar diversos sectores industriales, por lo que es necesario establecer una definición válida para el marco de estudio en el que se centra este trabajo. Debido a la diversidad de sectores involucrados, existe una gran variedad de definiciones, que pueden no ser aplicables, o estar dirigidas hacia actividades que no se analizan en este estudio. Algunas de las definiciones de biorrefinerías que postulan diversas organizaciones a nivel mundial, son:

- “Instalación donde se generan, de forma sostenible, un amplio espectro de productos de interés a partir de la biomasa” (International Energy Agency, IEA).

- “Instalación con el equipamiento necesario para integrar los procesos de conversión de biomasa en combustibles, energía y coproductos de valor añadido” (National Renewable Energy Laboratory, NREL).
- “Instalación donde tiene lugar el fraccionamiento de la biomasa en diferentes componentes, que pueden dirigirse al mercado directamente o ser transformados previamente mediante diferentes tratamientos (biológicos o termoquímicos)” (Energy Research Center of the Netherlands, ECN).

En base a estas definiciones, la más útil y adecuada sería la del RNEL, donde se hace referencia a instalaciones en las cuales se generan diversos productos y energía. Esto, debido a que los ingenios azucareros pueden producir azúcar y alcohol, también pueden funcionar como usinas eléctricas y vender esta forma de energía a la red de distribución eléctrica (Fernandez Acosta, 2013).

El concepto de biorrefinería no es reciente, ya que la generación de una amplia gama de productos a partir de una materia prima biológica, se utiliza en variadas industrias desde hace mucho tiempo. Un ejemplo de esto, lo presenta la industria láctea, en la cual, además de la producción de leche y derivados, los desechos pueden ser fermentados para producir biogás. Esta explotación y aprovechamiento de materias primas y subproductos, requiere en una etapa previa a la producción a gran escala. Lo importante es considerar que las materias primas utilizadas no sean susceptibles de ser convertidas en alimentos, evitando entrar en conflicto con la seguridad alimentaria (Gomez Millan, 2015). Más aún, las biorrefinerías pueden ser usadas a pequeña escala para estimular el desarrollo social y económico a nivel rural, ya que las mismas no necesitan de grandes suministros de materias primas y su ubicación permite procesar directamente la biomasa cerca de la fuente de generación (Gómez-Soto et al., 2019).

Los productos obtenidos de las Biorrefinerías pueden ser categorizados en tres diferentes clases: Biocombustibles (biodiesel y bioetanol) y bioproductos químicos y materiales (resinas, precursores y diferentes compuestos de interés) así como la bioenergía. Es por esto que la biorrefinería se considera un concepto análogo a la refinería de petróleo, en la cual se producen numerosos productos a base de combustibles fósiles (Gomez Millan, 2015).

Las Biorrefinerías se pueden clasificar, según las materias primas que utilizan, en:

- primera generación, a las que usan biomasa de cultivos
- segunda generación, a las que utilizan materias primas variadas que van desde los lignocelulósicos hasta RSU
- tercera generación, a las que utilizan biomasa proveniente de algas
- cuarta generación, que utilizan materia prima genéticamente modificada para maximizar la captura de carbono y producir combustibles en forma más eficiente (Gomez Millan, 2015).

La aplicación más interesante en lo que respecta a este trabajo, es la utilización de biomasa residual de la cosecha de caña de azúcar (RAC) como materia prima para la producción de bioenergía.

La biomasa residual se define como los materiales orgánicos renovables generados en diferentes actividades. Esta forma de biomasa presenta un potencial interesante, ya que sus biomoléculas se pueden recuperar o transformar por medio de diferentes procesos de conversión a múltiples productos, entre los cuales se encuentra la energía o bioenergía (Gómez-Soto et al., 2019).

El concepto de biorrefinería, en contraposición al de empresa o industria monovalente, es interesante, ya que además de los beneficios ambientales y el potencial estratégico que

implica, tienen el poder de diversificar los productos ofrecidos a un mercado cambiante. Esto se da debido a la optimización en el uso de la materia prima en este tipo de industria, y la disminución de los riesgos generados por los vaivenes a los que pudiera estar sujeto el mercado de un determinado producto. Una de las claves para el buen desempeño de una biorrefinería polivalente, es poseer flexibilidad, de manera que pueda adaptarse rápidamente a las fluctuaciones de precios en los productos ofrecidos.

Para el caso de los ingenios azucareros, el bioetanol y el azúcar, que compiten por la misma materia prima, presentan un comportamiento inestable en cuanto a sus precios. Es en este escenario que la producción de energía y la flexibilidad de producción, pueden aportar rentabilidad y estabilidad a la empresa, si la estrategia comercial y productiva de la misma es la adecuada (Brambila-Paz et al., 2013).

Cambio climático

En la actualidad, uno de los temas más importantes y de mayor desafío, al que se enfrenta la humanidad según numerosos científicos, es el cambio climático (CC). Esto no solo se debe a que los impactos del mismo se proyectan sobre todo el planeta, sino que los esfuerzos por mitigar sus efectos y generar tecnologías o políticas que permitan la adaptación al CC en variadas regiones del mundo y en diferentes aspectos de las actividades humanas, genera la necesidad de una cooperación sin precedentes entre las naciones.

El CC genera entre muchos otros problemas:

- aumento del nivel del mar
- cambios pronunciados en los regímenes de lluvia
- incremento en la periodicidad de eventos climáticos extremos
- cambios en la productividad de suelos

De estos, se desprenden una gran cantidad de problemas derivados, que amenazan no solo el equilibrio de los ecosistemas, sino que plantean enormes desafíos para las formas de vida de la mayoría de los países, según informa el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en su sexto informe de evaluación (AR6) (Panel Intergubernamental en Cambio Climático, 2013).

La situación parecería ser clara, según lo informado en el AR6. Se avecinan cambios que, si bien ya se venían anticipando en los previos informes de evaluación, al día de hoy, prácticamente no existen dudas de que estos cambios se están dando a nivel mundial en la atmósfera, océanos, criósfera y biosfera, y que los mismos, se deben a la emisión antropogénica de GEI, los cuales llevan a un aumento progresivo de la temperatura global (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

Los estudios realizados en el tema, aseguran que la concentración de GEI aumentó desde 1750 por causa de las actividades humanas, llegando a 410 partes por millón (PPM) para dióxido de carbono (CO₂), 1866 partes por billón (PPB) para el metano (CH₄) y 332 PPB para óxido de nitrógeno (N₂O), siendo los últimos dos, gases de efecto invernadero de mucho mayor efecto que el CO₂ (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

En cuanto a la temperatura, los trabajos científicos muestran que cada década de las últimas cuatro, fue más cálida que su predecesora y que el promedio de precipitaciones aumentó desde 1950 en numerosas regiones del mundo. También se observaron cambios en la salinidad del océano para la zona cercana a la superficie, lo que provoca cambios significativos en las corrientes oceánicas, acarreado cambios significativos, drásticos e inesperados en las

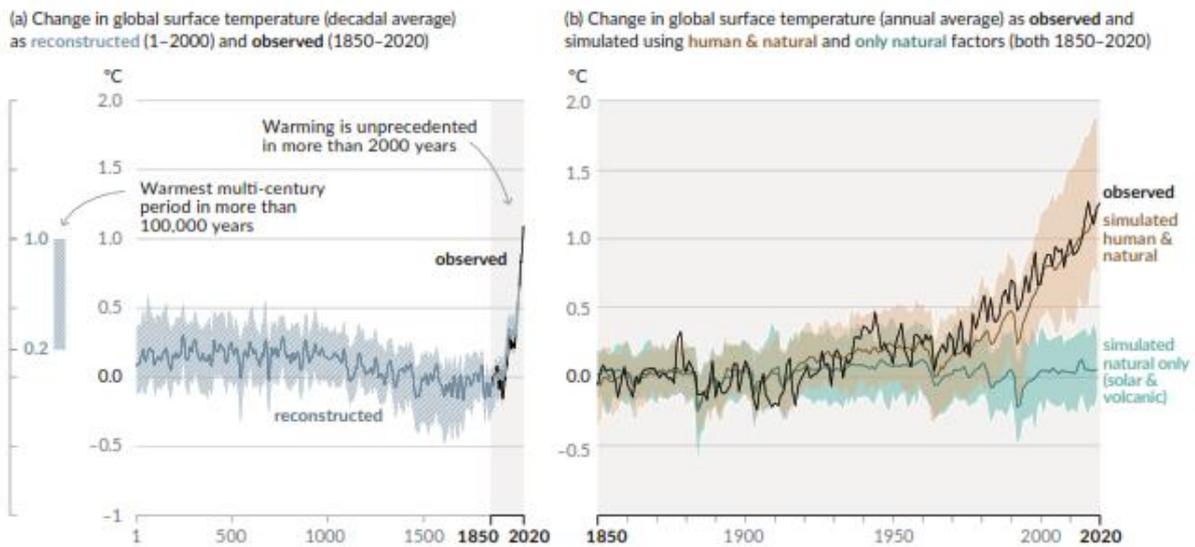
condiciones climáticas para diferentes partes del planeta (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

También, según lo informado en el AR6, la superficie del océano viene experimentando un aumento en la temperatura desde 1970, siendo altamente probable que las actividades humanas sean el principal impulsor de este efecto, como así también del retroceso de los glaciares y del aumento en el nivel de los océanos desde 1971. Por otro lado, la biosfera terrestre ha sufrido cambios desde 1970, provocados por el cambio climático y que las estaciones de crecimiento (períodos en los que la vegetación muestra mayor crecimiento), se han alargado hasta dos días desde los años 50'(*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

En cuanto al aumento de la temperatura, puede observarse en la próxima figura, que el aumento de temperatura desde 1970 es mayor que en cualquier periodo de 50 años para los últimos dos mil años (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

Figura 13

Cambios relativos en la temperatura de superficie para los últimos 2000 (a) y para el período 1850-2020 (b)



Fuente: *Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers* (2021).

En cuanto al aumento en la intensidad de los extremos cálidos y según el AR6, esto es un fenómeno que sería extremadamente improbable sin la intervención humana. Asimismo extremos fríos, se volvieron menos frecuentes y menos severos para el mismo período de tiempo y con la misma causa probable. En este sentido, y también en relación a los eventos extremos, se observó en las últimas cuatro décadas, marcado cambios en los recorridos de ciclones tropicales y se esperan cambios en la intensidad de los mismos, así como en la de eventos de lluvias intensas (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers*, 2021).

Es importante mencionar que las proyecciones de climas extremos y eventos compuestos indican una clara tendencia al aumento en su frecuencia de aparición. En este escenario, es importante entender que los eventos complejos, que resultan de la conjunción de riesgos y potenciadores de origen antrópico tienen la capacidad de generar impactos socio-

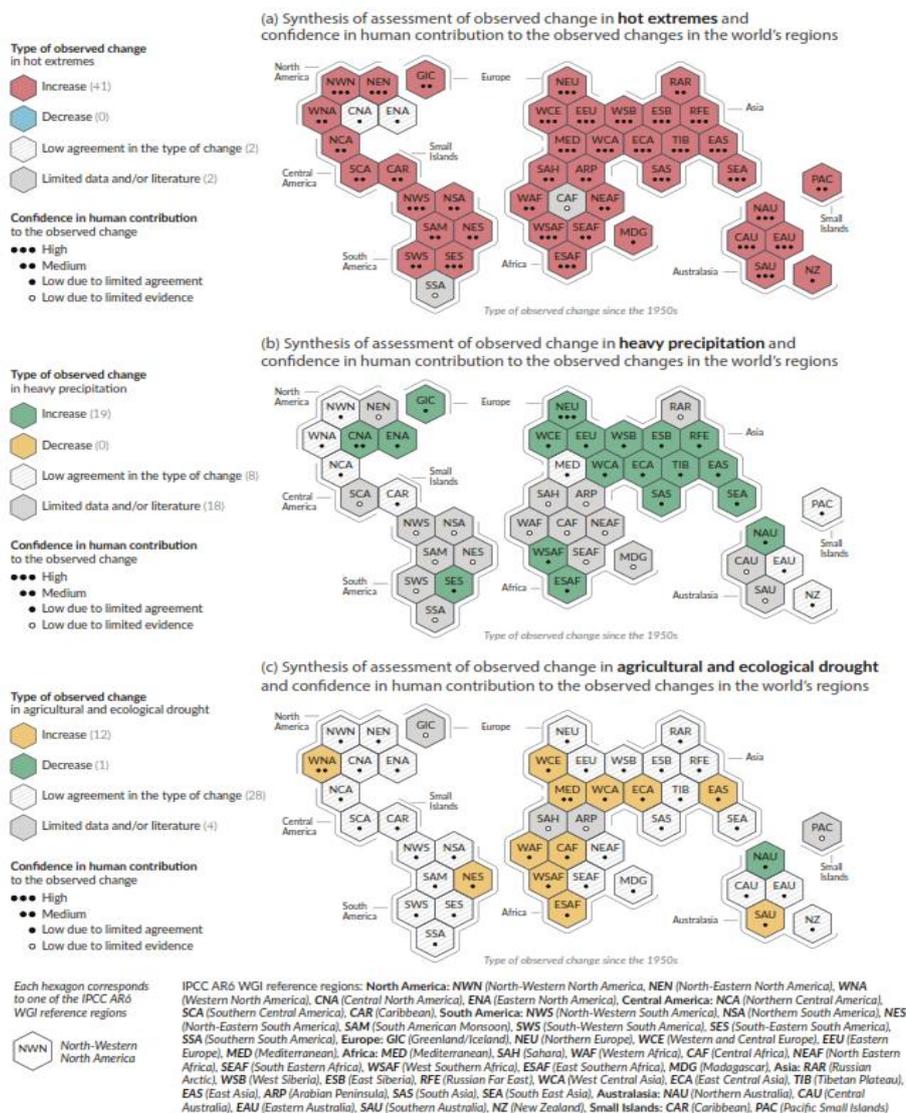
económicos de gran envergadura y que, por ende, deben ser objeto de una especial atención. Asimismo, otro dato importante a considerar y que da una noción real de la escala global del problema, es que, como se muestra en la Figura 13, las evidencias de cambios significativos en las condiciones climáticas, no se limitan a lugares con influencia humana directa, sino que los efectos se observan cada vez más en zonas inhabitadas del planeta, confirmando aparentemente, la escala global del problema (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

Otro dato de vital importancia en el tema, es que, según el IPCC, las temperaturas seguirán subiendo en el corto y mediano plazo, con todas las derivaciones que esto genera, y que el límite establecido internacionalmente de 1,5 °C será superado a menos que se lleve a cabo una reestructuración profunda de las actividades humanas, con un recorte marcado de las emisiones de GEI. Este recorte, solo podría darse con una reforma profunda en los modelos productivos, modalidades de consumo, medios de transporte, y muchas otras actividades intensivas en cuanto a las emisiones, que están necesariamente implicadas en las actividades económicas humanas (escenario de muy bajas emisiones) (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

Si por el contrario, las medidas que se toman, y en las cuales las industrias tienen un papel fundamental que jugar, no son suficientes e inmediatas, es muy probable que el umbral de los 2° C de aumento de temperatura sea excedido, provocando, los cambios extremos en los patrones climáticos que se vuelvan cada vez más marcados a medida que aumenta el promedio global de temperaturas (*Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers, 2021*).

Figura 14

Datos elaborados por los grupos de trabajo de las diferentes regiones en cuanto a las olas de calor (a), la incidencia de eventos de fuerte precipitación (b) y eventos de sequía (c).



Fuente: IPCC (2021).

De cara a los escenarios planteados por los expertos, se hace necesario entender cómo pueden afectar estos cambios de escala planetaria, a las empresas en general y de forma particular a las que se dedican a la producción alimentaria, como es el caso de los ingenios azucareros. Para esto, es importante mencionar que los cambios climáticos esperados, al involucrar variaciones de distinta magnitud en los equilibrios ecológicos necesarios para la explotación de los recursos naturales (sobre todo en lo referido a al suelo), generarán variaciones en los rendimientos productivos, lo que va a provocar la necesidad de variadas y

profundas modificaciones en los esquemas de producción, que busquen hacer frente a los problemas económicos y productivos que, según las predicciones, se avecinan para un futuro cercano.

En este contexto de incertidumbre y un futuro marcado por pronósticos de cambios rápidos, surgen interrogantes económicos y productivos que deben ser tenidos en cuenta por la industria azucarera, ya que su posición como generador de emisiones de GEI a lo largo de toda su cadena de valor y su dependencia de la producción agrícola, colocan a esta industria en una situación delicada, pero que a la vez tiene un potencial estratégico de acción.

En cuanto al aspecto económico del problema del CC, existen variados modelos propuestos para estimar los impactos económicos que puede generar el cambio climático. Uno de ellos es el Modelo Dinámico Integrado de Economía y Clima (MDIEC o DICEM en inglés), el cual propone que se está llegando al punto en que las presiones climáticas llevarán inexorablemente a impactos económicos y ecológicos que más tarde o más temprano presentarán disminuciones en la productividad. En relación a esto, se expresa que existe un “precio sombra” para carbono emitido por los procesos productivos, el cual surge de las externalidades negativas que esta acción genera.

Respecto de este costo no contemplado en la producción, son las externalidades las que no se están teniendo en cuenta a la hora de evaluar los costos de producción, y por ende los precios finales. Cabe aclarar que el mencionado precio sombra, deberá ser afrontado no solo por las empresas, sino por la sociedad en su conjunto, y que los modelos actualizados muestran una tendencia al alza del precio por emisiones, debido a la mayor precisión de las predicciones climáticas y al descubrimiento de nuevos efectos negativos que podrían darse en el mediano plazo (Nordhaus, 2019).

Si llevamos estas predicciones a cifras más concretas que serán afrontadas por las personas, se estima que un cambio de 2,5° C en la temperatura global, llevará a una pérdida aproximada de un 1,3% en el ingreso promedio a nivel mundial, cifra que debe ser tomada con extremo cuidado al tratarse de un promedio, ya que las personas de regiones con mayor vulnerabilidad y que estén insertos en economías más frágiles, tendrán impactos en sus ingresos mucho mayores que las personas que residan en regiones con mayor poder de adaptación y resiliencia a eventos climáticos extremos (Tol, 2018).

Las predicciones no son buenas, y la mayoría de los autores coinciden tanto en que, ni los estados de forma aislada (*free-riding*), ni el mercado con su limitada capacidad para asignar eficientemente los recursos, pueden hacer frente a los enormes retos involucrados en la reestructuración necesaria para alcanzar los objetivos de emisiones y captura de carbono que según el IPCC son necesarios para seguir un camino de sustentabilidad de la actividad económica, que permita a las generaciones futuras un escenario de viabilidad planetaria. Es por esto, que una profunda cooperación entre el Estado y las empresas es necesaria, requiriéndose de una visión de futuro por parte de las empresas azucareras que integre a la política climática y ambiental en todos los aspectos de su cadena de valor, analizando en profundidad sus productos mediante estudios del tipo de Análisis de Ciclo de Vida y Ecodiseño, lo cual le permita introducirse en mercados más exigentes y captar nuevos clientes, a la vez que consolida su posición con la diversificación de sus productos y genera un impacto socio-ambiental positivo (Nordhaus, 2019).

Efecto invernadero, Gases de efecto invernadero y Huella de carbono

Muchos de los problemas que afectan y que podrían afectar en el futuro, de forma directa e indirecta a toda la sociedad, es el cambio negativo en las condiciones climáticas del fenómeno denominado Efecto Invernadero.

Este fenómeno surge de un aumento en la concentración de los GEI que se encuentran en la atmósfera terrestre. Cabe aclarar que el fenómeno de efecto invernadero es completamente natural, y es el responsable de mantener al planeta “caliente”, ya que la mayor fuente de energía con que cuenta el planeta para este fin, es la proveniente del sol. La energía lumínica llega a la superficie terrestre y es convertida en energía calórica. La misma es retenida en mayor o menor medida, según la concentración atmosférica de los gases de efecto invernadero, evitando de esta manera la emisión hacia el espacio exterior, de forma tal que la temperatura planetaria permita el desarrollo de la vida.

Actualmente existe consenso en la comunidad científica de que el fenómeno actual de cambio climático se debe principalmente a la elevada concentración de GEI presentes en la atmósfera, y que el continuo incremento que se viene observando en las mismas, se deben en gran medida a las actividades humanas (Espíndola & Valderrama, 2012a).

Como puede verse, los procesos de generación de valor juegan un papel crucial en la generación de GEI y por ello tienen y tendrán una influencia clave y bidireccional, incluso porque los efectos del Cambio Climático (CC) van a afectar a las mismas actividades productivas que generan GEIs.

Los efectos del CC, se estiman en forma de escenarios posibles y a través de modelos climáticos generados a partir de datos recabados en diferentes partes del mundo. Estos modelos prevén cambios en la productividad de los suelos y en las necesidades energéticas de la población, que podrían influir en la seguridad alimentaria. Es aquí, donde la industria azucarera

puede jugar un papel clave si adopta políticas estratégicas para quedar bien posicionada en el futuro.

Según lo expuesto, los cambios mencionados tendrán impactos significativos en los costos operacionales de la empresa, por lo cual, el conocimiento y la correcta gestión de la huella de carbono empresarial, llevarán no solo a mejorar la sustentabilidad ambiental del proceso, sino también a un aumento en el margen de beneficios de las instituciones que se adapten más rápidamente (Espíndola & Valderrama, 2012b). El aumento en el margen de beneficios se dará además de una mejora en la eficiencia de los procesos, por la captación de clientes con mayores niveles de exigencias ambientales, los cuales generalmente se encuentran en los mercados con mayor poder adquisitivo.

Sin embargo, deben implementarse mejoras en toda la cadena de valor de la industria azucarera, si el objetivo es alcanzar una mejora significativa en la huella de carbono de la actividad, ya que, gran parte de las emisiones se registran en procesos fuera del ingenio. Un ejemplo de esto es el proceso de cultivo y transporte, donde se reporta un 43% de las emisiones por utilización de combustibles fósiles, o el uso de fertilizantes nitrogenados que generan el 24% de las emisiones (Reinosa-Valladare et al., 2018).

Externalidades

Las actividades humanas, sobre todo las de carácter económico y productivo, generan inevitablemente un impacto ambiental asociado, el cual, a medida que fueron avanzando los años fue tomando mayor relevancia, debido a la mayor escasez que se vislumbra para el mediano y largo plazo en los recursos naturales extraíbles. Este impacto ambiental se puede manifestar en la forma de una explotación de recursos naturales, la emisión de efluentes líquidos o gaseosos o bien, la generación de residuos sólidos, o formas de contaminación térmica, sonora, etc.

Un problema que surge con este tipo de impacto (el cual no suele contemplarse en los costos de producción ni en los precios de venta de la mayoría de los productos), es que, a pesar de ser insumos indispensables para los procesos productivos, los bienes naturales (o recursos naturales) presentan características de bienes no económicos para la visión clásica, por no poseer precio ni dueño, lo que genera un problema de difícil resolución a la hora de valorar el impacto de su uso sobre la sociedad (Troche & Denis, 2018).

Esta situación, es despreciada por casi todos los esquemas de costos productivos y de consumo vigentes, con otras consecuencias indirectas, como efectos en la salud de la población, que tampoco se ve reflejado en los precios al consumidor o en los costos de producción, dando lugar a un fallo de mercado conocido como externalidad. Dicho fallo, altera la capacidad del mercado para autorregularse, mediante la interacción entre oferta y demanda, la cual en una situación de mercado competitivo, debería llevar a la formación de un precio de equilibrio y a una asignación eficiente de recursos (Zhuri, 2018).

Es esta situación de desequilibrio, la que no tiene lugar en un mercado imperfecto, debido a las externalidades, en este caso, que dan lugar a la generación de costos sociales que muy a menudo son ignorados por los privados a la hora de tomar decisiones de producción y venta, llevando a la generación de una mayor cantidad de bienes de los ideales o a una menor eficiencia de la que se podría lograr en una situación de equilibrio que contemple los costos sociales (Zhuri, 2018).

Los fallos de mercado, son situaciones en las cuales se presenta un desvío del comportamiento ideal, que cae fuera de la curva denominada Frontera de Posibilidades de Producción (FPP). La FPP, es representada por una curva donde se muestran las posibilidades que tiene una sociedad de producir en función de sus recursos y como la producción de un determinado bien debería afectar la de otro, debido a la asignación de recursos que se hace a

cada producción. Es entonces, que en el caso de una asignación de recursos inadecuada, daría origen a una situación de producción que no caería sobre la curva de esta gráfica modelo, dando lugar a resultados imperfectos en detrimento de la sociedad (Troche & Denis, 2018).

Estos resultados no llegarían a satisfacer las necesidades de la sociedad de manera óptima y por ende no se alcanzaría la condición de mayor bienestar esperada en una situación perfecta de mercado (Zhuri, 2018). Se podría decir también, que las externalidades tienen su origen en la utilización ineficiente de los recursos, lo cual puede darse debido a una inadecuada delimitación de los derechos de propiedad de dichos recursos, o bien por una falta de valoración de los recursos naturales como bien escaso (Troche & Denis, 2018).

En cuanto a los mencionados costos sociales (o beneficios sociales si así fuera el caso), estos surgen de actividades que influyen de forma directa o indirecta al conjunto de la sociedad y que suelen ser difíciles de medir y contabilizar, debido a que los mismos pueden surgir de diferentes aspectos como pérdida o ganancia en una producción, costos sanitarios generados por la aparición de enfermedades, entre muchos otros aspectos que pueden surgir de manera indirecta por la realización de actividades económicas. Este concepto se encuentra íntimamente ligado al de externalidades, las cuales se definen como los costos o beneficios generados a terceros que no son consumidores ni productores en una determinada transacción de mercado (Chaubey et al., 2020). En este sentido, otra definición útil de externalidades, propone que se denomina así a las circunstancias en las cuales la producción o el uso de un bien o servicio afecta a terceros, quienes pueden beneficiarse o tener costos extras, como consecuencia de la actividad económica en cuestión (Zhuri, 2018).

Sea cual fuera la definición que se adopte de externalidad, los autores coinciden en que existe un costo o beneficio generado a terceros que no están directamente ligados en la actividad económica que se analiza. Estos costos o beneficios deben ser atendidos de alguna

forma, ya que las fuerzas de mercado fallan en transmitir dicho costo o beneficio a la actividad económica que los produce. Es en esta situación, donde algunos autores proponen la intervención del estado mediante subvenciones o impuestos que tiendan a corregir estas deficiencias del mercado (Zhuri, 2018).

Los impuestos propuestos, pueden ser de dos tipos: Directos e Indirectos. En cuanto a los impuestos directos, estos son cobrados directamente por la autoridad que los impone sin poder ser trasladados al consumidor del bien o servicio por que no son dirigidos a la producción, mientras que los impuestos indirectos son pagados por los productores de bienes o servicios y son susceptibles de ser trasladados al consumidor mediante su adición como porcentaje de aumento al bien o servicio en cuestión (Zhuri, 2018).

En cuanto a las externalidades negativas que involucran al ambiente, Arthur Pigou, introdujo un tipo de impuesto diferente que se denomina impuesto pigouviano, el cual no busca recaudar, sino corregir una externalidad negativa producida por las actividades económicas. Su motivación es la de reducir la contaminación mediante la adición de un impuesto en cantidad necesaria para igualar el costo privado marginal al costo social marginal. Este impuesto debería minimizar el impacto ambiental y generar conciencia entre los productores, pero muchas veces se argumenta que la aplicación de este impuesto falla, debido a la influencia negativa de muchos responsables de políticas públicas, quienes anteponen otros intereses a los que deberían primar en la aplicación de este impuesto (Zhuri, 2018).

Otro enfoque propuesto para atender a las externalidades negativas es el que surge del teorema de Coase, quien propone que: “Bajo condiciones de costos de transacción cero, el delineado claro de los derechos de propiedad de los recursos, lleva a una solución eficiente, mediante la negociación entre las partes”. Este tipo de solución se muestra interesante, pero con numerosos puntos de conflicto en el ámbito ambiental, ya que los derechos de propiedad

en este sentido son de difícil delimitación, y las partes involucradas son tantas, que es virtualmente imposible que los costos de transacción o negociación sean nulos. Además, y en lo que respecta a la incumbencia de las empresas azucareras, y a sus administradores, no son tantas como para que puedan influenciar en la asignación de derechos de propiedad, para mitigar el problema ambiental (Chaubey et al., 2020).

Análisis de ciclo de vida

La idea que subyace al análisis de ciclo de vida (ACV) de productos o servicios, es que, las cargas ambientales relacionadas con la obtención de dichos bienes o servicios, deben ser evaluadas desde la extracción de los materiales crudos hasta la disposición final de los desechos generados en el proceso (Klöpffer, 1997). Si tomamos la definición de ISO 14040, establece que el análisis de ciclo de vida (Life Cycle Assessment o LCA en inglés), es una compilación y evaluación de entradas y salidas, con los potenciales impactos ambientales implicados en el sistema productivo de un bien o servicio, a través de todo su ciclo de vida (Curran, 2016). Esto implica, en principio, un inventario de todos los insumos y desechos generados en los procesos analizados, lo cual, en la práctica, puede no ser factible en algunas ocasiones, sobre todo cuando se trata de flujos de energía. Cabe aclarar que el mencionado inventario, incluye a todas las actividades necesarias para la producción de una unidad funcional (Klöpffer, 1997) y que los impactos ambientales analizados, corresponderán a todas las etapas del ciclo analizado, entre las cuales se cuentan:

- Remoción de materiales crudos
- Transformación del material crudo en producto, que incluye:
 - Manufactura de materiales usados en la fabricación del producto.
 - Fabricación del producto.
- Llenado, empaquetado y distribución del producto.
- Uso, reúso y mantenimiento del producto.

- Reciclado o gestión de recursos.

El análisis de estas etapas se realiza en dos fases, las cuales consisten en establecer la meta y el enfoque del estudio, inventario del análisis de ciclo de vida y valoración del impacto para el análisis de ciclo de vida. En estas etapas sucesivas, se busca identificar componentes e impactos relacionados con el proceso, para luego realizar la valoración final de los impactos, que se presentará de la forma que se crea más acorde al público objetivo (Curran, 2016).

El ACV, permite obtener un modelo simplificado de un sistema productivo y sus impactos asociados, no pretendiendo abarcar todos y cada uno de ellos, sino más bien cumplir con los objetivos establecidos para este análisis. Este es el motivo por el cual se debe definir muy claramente el proceso que es objeto del estudio, ya que un análisis de la “cuna a la tumba”, como se llama comúnmente al ACV, es en muchos sentidos inviable, si se busca abarcar todas y cada una de las actividades e impactos involucrados en todos los procesos productivos de una empresa (Aranda Usón & Sabalza Bibrián, 2010).

Generación distribuida

Según el marco regulatorio nacional vigente, se considera generación distribuida (GD) a la generación de energía eléctrica mediante la utilización de fuentes renovables situadas en puntos de consumo, ya sea producida por hogares, edificios, PyMes o industrias. Esta energía se genera en sistemas destinados en primera instancia para el autoconsumo que se encuentran conectados a la red de distribución eléctrica, dando la posibilidad de inyectar eventualmente los excedentes de producción a la red y consumir energía de la misma cuando su producción presenta déficits (Navntoft et al., 2019).

Para entender y definir la generación distribuida, se realiza una comparación entre los tipos de generación que se dan en nuestro país, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Tipos de generación de energía eléctrica que se llevan a cabo en Argentina

GENERACIÓN INTERCONECTADA	GENERACIÓN AISLADA	GENERACIÓN DISPERSA
Centrales de generación que bajo jurisdicción nacional se conectan entre sí y con los centros de consumo a través del Sistema Argentino de Interconexión (SADI)	Unidades aisladas de mediana envergadura, generalmente asociadas con sistemas de distribución locales y no enlazadas directa o indirectamente con el SADI	Aprovisionamiento de energía a una población rural dispersa a través de unidades de generación individuales o colectivos de poca envergadura. Generalmente ésta generación se presta bajo jurisdicción local.

Fuente: Navntoft et al. (2019).

Si se remonta a los inicios de la generación eléctrica, se puede encontrar que los primeros sistemas de distribución eran realmente sistemas de GD, donde pequeñas “usinas” generadoras proveían de electricidad a zonas geográficas circunscritas a regiones pequeñas. Estas usinas presentaban una capacidad de generación reducida, que no les permitía brindar un suministro eléctrico a grandes poblaciones y mucho menos a regiones extensas o países, solo pudiendo proveer pequeñas cantidades de energía, obtenida de diferentes fuentes (mayormente carbón, gas, vapor o energía hidráulica) a usuarios relativamente cercanos al lugar de producción (González et al., 2008).

Más adelante en el tiempo, con el aumento del consumo residencial y sobre todo con el surgimiento de economías de escala, es que surge la necesidad de generar grandes cantidades de energía en usinas especializadas y de gran tamaño, con el objetivo de suplir la creciente demanda energética (González et al., 2008).

La energía, así como su obtención en grandes cantidades y a un precio bajo, es uno de los pilares del desarrollo económico actual y de la forma de vida de la mayor parte de las sociedades del mundo. En este sentido, el costo de mayor significancia en el proceso, es el de la conversión de energía primaria (combustibles fósiles, biomasa, nuclear, etc.) en electricidad

o energía eléctrica, siendo esta la forma de energía más versátil y utilizada en el mundo (Barreiro, 2009).

En este punto, es importante aclarar que, en Argentina, el transporte de energía eléctrica se realiza a diferentes tensiones, en función de la distancia y potencias necesarias, y que la distribución de la energía, para el caso de los grandes consumidores, debe ser comprada en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), el cual es coordinado y administrado por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA). Esta compañía, es la encargada del despacho técnico y administración del Sistema Argentino Interconectado (SADI), el cual tiene la función de decidir, sobre bases operativas y técnicas, la puesta en funcionamiento de las diferentes fuentes de generación eléctrica en función a la demanda en los puntos de consumo (Navntoft et al., 2019).

En este marco administrativo y operativo, los distribuidores están obligados a realizar las obras de infraestructura necesarias para brindar un servicio de calidad a sus usuarios, quedando a cargo del Estado, las grandes obras de conducción, mientras que el transportista de energía solo se ve obligado a realizar las obras de mantenimiento específicas que dicta el Poder Ejecutivo de la Nación en ejercicio de las normativas que regulan al sector (Navntoft et al., 2019).

En cuanto al SADI, es clave aclarar que el despacho dispuesto por CAMMESA siempre prima la mayor eficiencia de la fuente energética, utilizando en primer lugar y a medida que se cubren las demandas energéticas del momento, las fuentes de menor costo por unidad energética, pasando solo a las de mayor costo una vez que la demanda supera la provisión de las fuentes de mayor eficiencia. En este sentido, un esquema de GD, presenta la ventaja para el sistema, de disminuir la demanda eléctrica, al suplir energía en sus puntos de generación, no sólo ahorrando los gastos de conducción, sino también, evitando la puesta en funcionamiento

de máquinas menos eficientes, al suplir energía cuando es necesaria. Esto permite disminuir las emisiones de GEI y bajar los costos de la provisión de energía eléctrica (Navntoft et al., 2019) .

En cuanto al problema de la distribución eléctrica en Argentina, las características geográficas y disposición de los poblados en el territorio, pueden requerir grandes inversiones para el transporte de energía eléctrica y pérdidas significativas en el recorrido de las líneas de conducción, provocando elevados costos para el consumidor y en ocasiones la imposibilidad de suministrar el servicio a pequeños pueblos, por la gran inversión en infraestructura, transporte y transformación de la energía que se necesita para entregar a los consumidores un servicio de calidad uniforme.

Un aspecto importante, en cuanto a la generación distribuida de energía por parte de pequeños consumidores-generadores (particulares) y el consumo de la misma, es que para este tipo de usuarios la generación de energía no significa un ingreso de tipo económico, según lo establecido en la legislación argentina, sino la de créditos a futuro en el consumo que permite disminuir los costos en energía para los usuarios. Esta disminución en el costo, se vería reflejado en una disminución del monto de la factura de luz que se abona al proveedor y, según la legislación vigente, nunca podrá superar la cantidad de energía consumida por el pequeño productor. Esta condición, expresada en la Ley 27.424 apunta a dejar un margen viable para que los grandes proveedores de energía sigan invirtiendo en infraestructura para el transporte de energía, pero limita las posibilidades de los pequeños productores de vender la energía producida en sus hogares o pequeños establecimientos de producción (Szwarc, 2021).

Las ventajas o desventajas de la aplicación de un esquema de generación distribuida, depende de las fuentes de energía utilizadas y del uso que se dé a la energía generada, pudiendo representar un medio de respaldo con bajas o neutras emisiones, en caso de utilizar tecnologías

de generación renovables o bien, un mayor problema, si las estaciones distribuidas de generación basan su producción en fuentes que generen grandes cantidades de GEI, como ser el carbón.

Ahora bien, más allá de las consideraciones sobre la materia prima utilizada en la producción de energía eléctrica y entendiendo la importancia de las emisiones en el contexto mundial de cambio climático, es necesario mencionar que el modelo de GD, representa para la distribución eléctrica alternativas muy interesantes en diferentes aspectos que incluyen la provisión de energía eléctrica para poblaciones aisladas, como sistema de respaldo para industrias que requieren de grandes consumos energéticos, o bien, como suministro extra de energía para el mercado energético, dando mayor capacidad de respuesta al sistema interconectado en situaciones de grandes consumos que pueden estresar a la red y llevar al fallo del suministro (González et al., 2008).

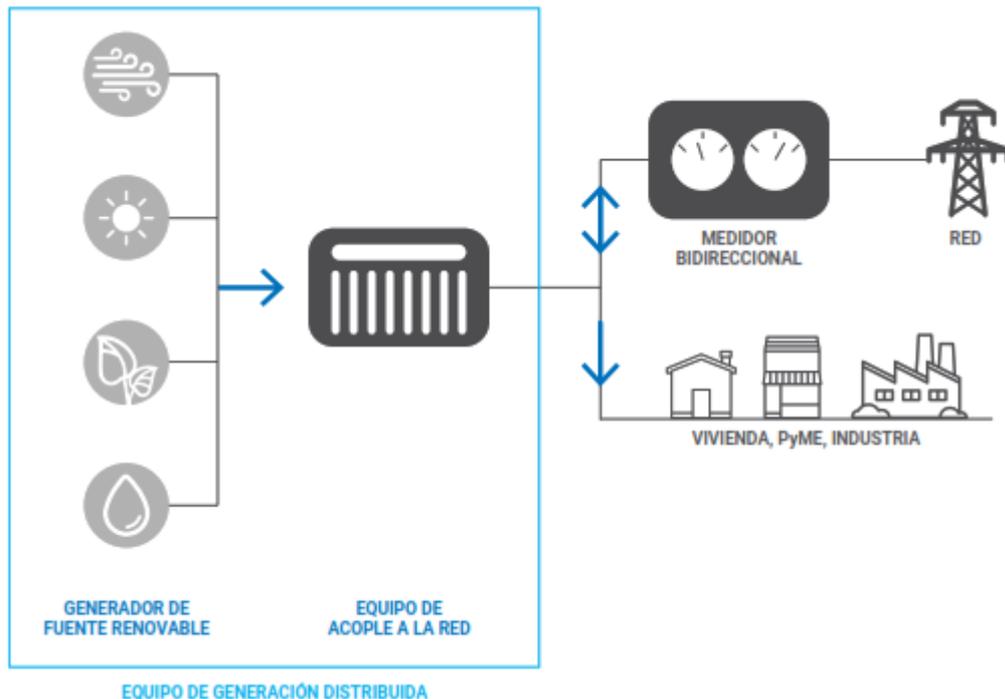
Ahora bien, también existen algunos problemas relacionados con la implementación del modelo de GD y el incentivo que existe para particulares y empresas en cuanto a la inversión. Estos problemas surgen por la existencia de barreras de entrada al mercado, que pueden ser grandes si se consideran los costos de inversión para capacidades de generación de mediana capacidad y que los incentivos tarifarios pueden no justificar dichas inversiones para medianos o grandes productores industriales como sería el caso de la industria azucarera.

En este sentido, cabe aclarar que los problemas actuales que exhibe el modelo de GD, no son exclusivos de Argentina y que en el contexto mundial, las ventajas y desventajas de dicho modelo se discuten intensamente, presentándose posiciones encontradas en cuanto a la conveniencia del uso de GD para la disminución de emisiones y costos, o bien, el uso de otras estrategias como el replanteo y rediseño de redes para la optimización del transporte energético

con la concomitante disminución de emisiones y costos que esto implicaría (Canova et al., 2001).

Figura 15

Esquema de generación distribuida



Fuente: Navntoft et al., (2019).

Stakeholders

Los administradores de empresas, son los encargados de diagramar e implementar planes y estrategias que permitan a la organización desenvolverse en su entorno competitivo y lograr beneficios, como producto de su actividad. En base a esto, se puede entender a la empresa como un agente de cambio importante en la sociedad si se toma el trabajo Freeman y Reed (1983) sobre el tema, donde se expresa que el propósito de las empresas es servir a la sociedad y que la función de los administradores es instalar el sentido de propósito moral en los empleados de la empresa. En cuanto a esto, cabe aclarar que la efectividad de esta meta, dependerá de la evaluación de múltiples factores e intereses a tener en cuenta por los *managers*,

entre los cuales se encuentran las expectativas y demandas de los *stockholders* y *stakeholders* de la empresa (Langtry, 1994).

En cuanto a los *stockholders* y *stakeholders*, es necesario en primer lugar definir ambos conceptos para poder tener una visión de los desafíos que se debe abordar para la correcta administración de una organización. La definición menos compleja parecería ser la de *stockholder*, ya que en este grupo se incluyen a los accionistas o dueños de la empresa en cuestión, cuyo interés más común suele ser la obtención de beneficios económicos como fruto de las actividades de la empresa, aunque puede incluir obligaciones morales o sociales. Por otro lado, la definición de *stakeholders* involucra una mayor complejidad, ya que en este grupo se puede incluir a una variedad de individuos internos y externos a la organización, motivo por el cual, una revisión de este concepto, es necesaria para entender los procesos que se buscan estudiar en este trabajo.

Las definiciones de *stakeholder* son variadas, y con diferentes implicaciones en el planeamiento estratégico de la empresa. Freeman define a los *stakeholders* como “cualquier grupo o individuo que puede afectar o ser afectado por la consecución de los propósitos de la empresa” lo cual como definición resulta vago en cuanto al concepto de “afectar”, ya que el solo hecho de conocer sobre la existencia de una empresa, ya genera alguna afectación cognitiva en el oyente, sin que este sea, necesariamente, de interés para la empresa y su administración (Langtry, 1994).

Otra definición caracteriza a los *stakeholders* como “un grupo o individuos para los cuales, la decisión de actuar o no actuar de la firma, fue o será de alguna forma responsable por su bienestar, o bien, tendrá alguna exigencia moral o legal sobre acciones que la empresa pudiera violar o respetar” (Langtry, 1994). Carrol (1979) por otro lado, expresa que los *stakeholders* más importantes de una empresa, son los consumidores, empleados, dueños, la

comunidad, el gobierno, los competidores y el ambiente natural, los cuales se verían mejor atendidos en sus necesidades, si se establecieran guías éticas internacionales.

Otra forma de abordar el concepto de *stakeholders* es la que plantean Freeman y Reed (1983) en la cual se plantean dos posibles definiciones, dependiendo de un enfoque amplio o acotado del concepto. En el sentido amplio, define a los *stakeholders* como cualquier grupo o individuos identificables que pueden afectar la consecución de los objetivos de la organización, o que son afectados por estos. Aquí se incluyen a: grupos públicos de interés, grupos de protesta, agencias gubernamentales, asociaciones de comercio, competidores, sindicatos, empleados, clientes, accionistas, entre otros. En cuanto al enfoque acotado, se entiende al *stakeholder* como cualquier grupo identificable o individuo de los cuales dependa la supervivencia de la empresa. En esta definición se incluyen como *stakeholders* a: empleados, clientes, algunos proveedores, algunas agencias gubernamentales, algunas agencias comerciales y financieras, accionistas y otros actores de gran cercanía con la organización.

A los fines de este trabajo, y por la naturaleza del mismo, tomaremos la definición de Freeman y Reed en un sentido amplio. Esto obedece a que el presente trabajo, por ser un estudio sobre las posibles ventajas económicas, ambientales y sociales que podría generar la utilización del recurso biomásico como materia prima para la generación de energía en ingenios azucareros, apunta a considerar todos los aspectos en que pueden beneficiarse los ingenios y la sociedad, desde donde se podría generar una oportunidad para la empresa, de capitalizar estos beneficios.

Empresas sustentables

En el marco geográfico de la provincia de Tucumán, los conflictos ambientales relacionados directa o indirectamente a la industria azucarera son muchos y de gran

importancia para la sociedad. Las problemáticas relacionadas con la disposición de residuos sólidos, vertido de efluentes líquidos y gaseosos, así como generación de ruidos y la quema de biomasa, son asuntos de gran relevancia en la sociedad tucumana y que parecieran no tener solución en el corto plazo, además de ser absolutamente incompatibles con el concepto de empresa sustentable. Es por esto, que las ventajas del cambio en las prácticas productivas y la cultura empresarial, que permitan un giro hacia el manejo sustentable de la industria, podrían llevar a una consonancia de intereses entre la sociedad tucumana y la industria azucarera.

Las actividades económicas, y por ende las actividades empresariales productivas, como es el caso de la industria azucarera, incluyen de manera inevitable un impacto ambiental asociado a cada uno de sus procesos. Estos impactos derivan del uso de energía y recursos naturales, así como de la emisión de gases tóxicos y de GEI en sus efluentes gaseosos, además de la generación de efluentes líquidos con una variedad de sustancias con amplio efecto negativo en el ambiente y la producción de desechos sólidos de diferente tipo.

Si a esto, le sumamos que todavía existen muchas empresas donde la gerencia se encuentra estancada en una visión cortoplacista que prima los beneficios a corto plazo, por sobre un concepto más amplio de éxito, donde se integren aspectos sociales económicos y ambientales, que puede generar un bienestar duradero en la sociedad toda, las posibilidades son altas de que la presión externa (ambiental, social y económica) se vuelva cada vez más grande en un futuro no muy lejano.

Esta presión podría deberse a que los impactos de las actividades económicas se dan en variados aspectos, generando costos sociales (externalidades negativas) que deberán ser afrontados tarde o temprano por la sociedad y las empresas, por generar una situación que se volverá cada vez más apremiante y evidente con el correr del tiempo.

En este contexto, la influencia de las empresas a nivel mundial es central, ya que son ellas quienes en su conjunto presentan una enorme influencia en los cambios ambientales, por ser las responsables de implantar patrones de consumo y producción en sus consumidores, administradores, empleados, proveedores, clientes, comunidades, etc. (Gazzola et al., 2018).

Dicho esto, es importante mencionar que los daños ambientales y sociales en general, no solo se encuentran crecientemente respaldados por estimaciones y datos científicos, sino que se ve un giro claro en el interés de las personas hacia productos y empresas posicionadas en el mercado como sustentables, o que siguen estándares ambientales elevados, evitando por ende los productos provenientes de aquellas con una imagen ambiental negativa (Jain et al., 2011).

Las denominadas empresas sustentables, se clasifican así básicamente por llevar a cabo sus operaciones de manera que no comprometan el bienestar de generaciones futuras, introduciendo impactos ambientales mínimos y socio-económicos positivos en toda su cadena de valor. En las palabras de Elkington, la sustentabilidad implica: “una interpretación amplia de la economía ecológica, donde las variables y asuntos ecológicos y ambientales son un componente básico de una perspectiva multidimensional. Los aspectos social, cultural, sanitario y monetario financieros, deben estar necesariamente integrados en cualquier análisis” (Gazzola et al., 2018).

Trasladando esto a las empresas sustentables, podemos decir entonces que son aquellas que cuidan su impacto a nivel económico, social y ambiental, para sus *stakeholders* y terceros no involucrados directamente en las actividades de la empresa (Peko et al., 2014). Más aún, las empresas denominadas sustentables, son aquellas que ponen en práctica estrategias que buscan balancear los beneficios a corto plazo, con los de largo plazo tanto en la organización, como en la comunidad y el sistema económico, ambiental y social global (Jain et al., 2011).

En este sentido, las exigencias de los mercados varían y se observan los mayores estándares ambientales en los de mayor poder adquisitivo a nivel mundial, lo que vuelve a la sustentabilidad no solo un camino necesario para un futuro viable, sino una oportunidad de negocios interesante y de posibilidades amplias para la industria azucarera tucumana.

Pero el ingreso a este tipo de mercados no es sencillo, y deben tenerse en cuenta aspectos clave, que llevan a lograr una sostenibilidad corporativa, entre los cuales se pueden mencionar:

1) Desarrollo de una estrategia empresarial que integre aspectos sociales y ambientales con los económicos.

2) Comparación del desempeño por sector y de las mejores empresas en los diferentes ámbitos (Benchmarking)

3) Determinar programas, herramientas, objetivos e incentivos para fomentar y garantizar la estrategia de sostenibilidad

4) Plantear los procesos de compras en base a la sostenibilidad para garantizar un buen desempeño en toda la cadena de valor

5) Usar medios de suministro estratégico que permitan minimizar los impactos ambientales y ahorrar dinero

6) Gestionar las oportunidades, riesgos y consecuencias del planteo de una nueva estrategia de sostenibilidad integrada

7) Plantear escenarios en la planificación estratégica, donde se busque interpretar el impacto de cambiar las actitudes de los consumidores, competidores, proveedores, transporte y energía (Aparicio et al., 2014).

Si bien la oportunidad de acceder a nuevos mercados de mayor poder adquisitivo es un camino más que interesante para la industria azucarera tucumana, este no es un proceso simple ni que se pueda llevar a cabo de la noche a la mañana, ya que existen algunas barreras significativas en cuanto a la imagen de la industria y su comportamiento ambiental, que requerirán de grandes compromisos en recursos humanos y monetarios.

Para esto, es necesario una determinación clara de la administración, ya que, como menciona Pearce, “definir el desarrollo sostenible no es un asunto difícil. Lo difícil es determinar lo que hace falta hacer para alcanzar ese desarrollo sostenible, asumiendo que este es una meta deseable”. Dicho esto, cabe preguntarse si la sustentabilidad es una meta deseable, a lo cual, numerosas investigaciones en el tema responden que sí, debido a que, según se pudo observar para numerosas empresas que adoptan el camino de la sustentabilidad y la responsabilidad social empresarial (RSE) como estrategia de diferenciación, los costos de seguir el camino de la sustentabilidad son superados por los beneficios que emergen de este tipo de estrategias.

Estas declaraciones sobre sustentabilidad y RSE, se ven respaldadas con datos internacionales, donde no solo se observa un aumento en el valor bursátil de las empresas con una política ambiental clara y transparente, sino que también se aprecia una tendencia marcada de aumento en las Inversiones Socialmente Responsables (ISR o SRI en inglés) a las cuales no solo se comenzó a calificar como “Inversiones Premium” en los ámbitos de inversionistas internacionales y de grandes capitales, sino que en estudios sobre el tema se revela un aumento mayor a cualquier otro tipo de inversión, en grandes mercados como el de Estados Unidos, con proyecciones que reafirman esta tendencia y auguran mayores crecimientos para el futuro (Júnior, 2009).

Las oportunidades a nivel internacional son variadas y crecientes, y la creación de índices de sustentabilidad, que vio sus inicios con el *Dominici 400 Social Index* en 1990, seguido por el *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI) en 1999, o el *Corporate Responsible Index* (ISE) en la bolsa de Brasil, sustentan el avance de la sustentabilidad como estrategia empresarial (Orsato et al., 2014).

En efecto, la creación de estos índices y el aumento de la inversión en sustentabilidad genera un impulso de claro crecimiento en el futuro próximo, debido a que incrementan valor de las empresas e inversiones en sustentabilidad y le confieren un status de inversión premium (frente a las inversiones en empresas no sustentables) generando motivación extra en los posibles inversores, quienes ven a estos avances como muestras fehacientes de que el camino de la sustentabilidad es una oportunidad en las empresas que eligen tomar como estrategia a la sustentabilidad y la RSE, para lograr los objetivos de aumento en su valor como empresa, ganancia en cuota de mercado e impacto positivo sobre las preferencias de los consumidores (Orsato et al., 2014).

Sin embargo, no todo es cuesta abajo en el camino de la sustentabilidad, ya que la adopción de una estrategia de sustentabilidad empresarial, requiere no solo de una mejora tecnológica en cuanto a la eficiencia de sus procesos, sino una transformación holística del modelo de negocios que implica profundos cambios en sus operaciones, cadena de valor y visión gerencial. Esto puede generar la necesidad de grandes inversiones como ya se mencionó, pero presenta el potencial de permitir no solo el ingreso a nuevos mercados, sino, la adquisición de una gran cantidad de consumidores leales a las empresas sustentables, así como la posible aprobación social de las empresas como las fábricas azucareras, con una imagen renovada que permita a estas organizaciones tener un impacto amplio sobre la sociedad, afectando de manera significativa el modo de vida y las costumbres, con la gran cantidad de ventajas estratégicas que esto genera (Grubor, 2016).

Las empresas sustentables, además de posicionarse de manera correcta para el futuro próximo, según las señales de mercados internacionales, tienen la ventaja de poder influir en el comportamiento de los consumidores y generar una lealtad que mejora la aceptación de sus productos. No menos importante es agregar que las empresas que logran entrar en la categoría de sustentables (en un sentido real y no solamente por prácticas aparentemente “verdes”), tienen más posibilidades de atraer la atención del público y los medios de comunicación, con el consiguiente aumento en la capacidad de diferenciarse de la competencia (Orsato et al., 2014).

Por último, otra bondad de las empresas con operaciones sustentables, es que presentan la ventaja estratégica de sumarse a un grupo selecto de empresas innovadoras que le permitirá estar en contacto con nuevos desarrollos en materia ambiental y productiva, pudiendo obtener beneficios de ellos en cuanto al acceso a técnicas productivas más eficientes y por ende más económicas, o bien nuevas técnicas organizativas que permitan una administración más efectiva y de impacto amplio en el mercado y la sociedad (Orsato et al., 2014).

Algo no menor a tener en cuenta en las empresas sustentables es el rol de los recursos humanos en el cambio de paradigma, ya que es desde esta área, desde donde se deben articular herramientas para crear en los trabajadores, los valores, las habilidades y la motivación que se necesita para generar el cambio. La estrategia en este aspecto, debe incluir, entrenamiento y formas de compensación claras e innovadoras, que motiven a los empleados a poner en práctica acciones tendientes a la disminución de la contaminación en todas sus actividades, como así también brindarles asistencia para la identificación y aplicación de formas de reciclaje de energía y materiales, o bien diseñar y poner en marcha sistemas que promuevan el desarrollo a largo plazo de la empresa, en donde se incluya el bienestar de sus empleados (Cohen & Taylor, 2010).

También es clave para una empresa sustentable que la comunicación de sus estrategias relacionadas con la sustentabilidad, así como el desarrollo de las mismas, siempre contenga un mensaje de seguridad laboral y bienestar para los empleados, sus familias, otros *stakeholders* y la sociedad en general (Cohen & Taylor, 2010).

Es mediante todas estas vías de acción que el área de recursos humanos de una empresa sustentable, puede generar en los empleados la motivación para crear nuevas formas de minimizar el uso de recursos, optimizar las operaciones, diseñar productos más sustentables en su producción, uso y desechado. Esto debería llevar, como consecuencia lógica, a un aumento de la calidad y sustentabilidad de todos los procesos (Cohen & Taylor, 2010).

Por último, un punto clave en el manejo de recursos humanos con el fin de adaptarse a los nuevos paradigmas de sustentabilidad, será la comunicación clara, transparente y consistente de esta nueva dirección pro-sustentabilidad de la empresa, ya que esto aumentará la cantidad de interesados en esta modalidad de trabajo dentro de la empresa y facilitará la posibilidad de reclutar nuevo personal con esa visión, de manera que permita acelerar la transición buscada (Cohen & Taylor, 2010).

Entendiendo a las empresas sustentables del modo que se desarrolló previamente, se puede ver claramente que la producción de un bien estratégico como es la energía y que actualmente requiere de enormes cantidades de emisiones de GEI para su obtención y transporte, puede dar a la industria azucarera tucumana, un medio para iniciarse en el camino de la sustentabilidad, el cual requerirá de un plan de acción bien delineado y ejecutado.

En este sentido, la producción de bioenergía en la industria azucarera, como alternativa de negocios y actividad de impacto socio-ambiental positivo, tiene la ventaja de no competir con la seguridad alimentaria de la población, ya que la materia prima utilizada para la producción de este tipo de energía es el subproducto no utilizable, de una actividad que genera

un alimento. Además, tiene la ventaja de no requerir el uso de tierras productivas para la generación del material combustible, como sería el caso de la generación de bioenergía mediante el uso de cultivos energéticos no alimentarios y cuya producción y uso de suelo se dedica exclusivamente a la producción de energía (agroenergética).

Otro aspecto importante a remarcar, directamente relacionado con los cambios de imagen empresarial hacia la sustentabilidad, está relacionado con la transparencia de las comunicaciones y la imagen que la empresa quiere implantar en el público, la cual para este caso requeriría de un cambio paulatino pero sostenido hacia el de empresa sustentable. Esto requiere de acciones claras en pos de la sustentabilidad y que se comuniquen de forma abierta hacia la sociedad, siendo muy recomendable que las mismas se centren en las acciones y no en montos de dinero invertidos solamente, ya que existen evidencias que indican que esta forma de comunicación presenta un mejor impacto en el público, que solamente mencionar cifras de dinero dedicadas a acciones de sustentabilidad. Los estudios, sugieren respecto de esto, que este tipo de comunicación y acciones deben ser reales, mostrando una transición ordenada pero firme que contemple medidas en toda su cadena de valor, las cuales al estar insertas en la sociedad (de manera muy visible y arraigada para la industria azucarera) pueden generar cambios significativos en prácticas justas de trabajo, derechos humanos y progreso ambiental (Gazzola et al., 2018).

Por último es clave agregar que no solo la comunicación es necesaria en este sentido, sino también la vigilancia constante de estos aspectos, ya que la incursión en prácticas como el denominado “*greenwashing*” de los productos, pueden generar daños profundos en la reputación empresarial una vez expuestas al público, llevando a problemas graves en industrias que no gozan de una buena reputación en este sentido y que apuntan a un *branding* de sustentabilidad como estrategia de entrada a mercados nuevos y exigentes.

Branding de sustentabilidad (*sustainable branding*)

La competencia actual entre empresas dentro de los mercados modernos y competitivos que exigen volúmenes de producción elevados, en tiempos acotados, generan la necesidad de utilizar enormes cantidades de energía y recursos en las empresas productivas. El exceso en la utilización de estos recursos que esta dinámica genera, provoca en el público una creciente preocupación sobre la sustentabilidad de las actividades en un planeta finito, y crea una imagen de poco o nulo compromiso ambiental y responsabilidad social.

En cuanto a esto, se ha dicho que “las empresas guiadas principalmente por una maximización de los beneficios, eventualmente se verán sofocadas por este accionar. Beneficios y propósito deben ir de la mano si lo que se busca es la supervivencia de la organización” (Kumar & Christodouloupoulou, 2014).

Las empresas no son ajenas a los efectos directos e indirectos del cambio climático que es una consecuencia del accionar tradicional. Estos efectos, son cada vez más visibles y afectan cada vez más a los esquemas productivos, obligando a que la sustentabilidad como modelo normal de negocios sea cada vez más común. Esto llevará a que, en un futuro no muy lejano, ser sustentables no sea una opción para las empresas sino una característica obligatoria para mantener rentables sus operaciones. En este contexto, es que el caso de la industria azucarera tucumana como claro ejemplo de organización que presentan una imagen negativa en el público, plantea la necesidad de generar un cambio urgente y profundo si se desea no solo cambiar la percepción pública sobre esta actividad sino plantear una modalidad de producción que sea rentable en el futuro (Grubor & Milovanov, 2017).

La imagen de una empresa frente a su público objetivo y la sociedad en general, es un aspecto fundamental a la hora de lanzar nuevos productos, o bien a la hora de encarar nuevas

actividades que puedan modificar el rumbo de la empresa. Esto es mucho más evidente en las empresas que buscan instalar una imagen de sustentabilidad y compromiso con el ambiente, ya que sus acciones se encuentran bajo el escrutinio público constante, por el hecho de que los consumidores de este tipo de empresas suelen ser mucho más exigentes en cuanto al desempeño global de la empresa en toda su cadena de valor y de suministros (Grubor, 2016).

Asimismo, la interdependencia entre las marcas y los consumidores de este tipo de empresas son enormes, en el sentido de que los consumidores determinan el éxito y son ellas las que pueden influenciar (en caso de lograr la reputación adecuada) el comportamiento de los consumidores, dando lugar a potenciales ventajas derivadas de su influencia sobre estos últimos. Estas influencias pueden ser enormes, no solo para el progreso de la marca, sino por su potencial social como punto de referencia en cuanto al consumo (Grubor, 2016).

El proceso de crear una identidad de marca, se denomina *branding* y éste incluye numerosas acciones y ajustes, si el mismo busca un cambio en la percepción del consumidor. Un aspecto importante en el *branding* corporativo, es que el mismo exige poner el foco en las características intrínsecas de la organización y en cómo son percibidas por los actores externos a la organización. Esto requiere de una planificación que permita complementar las oportunidades externas con las competencias internas de la empresa, asegurando una integración de las actividades internas que permita una coherencia visible hacia el exterior (Harris & de Chernatony, 2001).

Es en esta integración donde los empleados de la empresa cobran un papel de importancia clave, ya que ellos son la conexión de la empresa con los consumidores, más allá de los productos introducidos al mercado. En cuanto a los administradores, su liderazgo y acciones son claves, ya que son ellos los encargados de gestionar los cambios necesarios en la organización, que lleven a la instauración de una cultura de la sustentabilidad en todas las

actividades y por ende cambios en las costumbres de los empleados que trasciendan a su trabajo en la organización (Harris & de Chernatony, 2001).

Un cambio de este tipo pareciera ser necesario, ya que, debido a que la omnipresencia de la tecnología en la sociedad y las rápidas variaciones que esto crea en la opinión pública, el mantenimiento de ventajas competitivas, sostenidas en el tiempo, se vuelve complejo, y por tal motivo, se viene observando un giro marcado en la administración de empresas hacia la creación o recreación de imágenes de marca (*branding*) basados en rasgos emocionales, más que en características funcionales. Es en este tipo de *branding* “emocional”, donde los valores comunicados no solo se proyectan mediante la publicidad, sino que deben ser practicados por todos los integrantes de la empresa en su interacción con diferentes *stakeholders* y con la sociedad en general (Harris & de Chernatony, 2001).

El *branding* emocional representa un elemento de gran utilidad para el *branding* de sustentabilidad, ya que en este último, la percepción del consumidor depende del conjunto de acciones que llevan a cabo la empresa y sus integrantes para llegar a un producto sustentable, además de un conjunto de atributos que presenta la empresa al ser comparada con sus competidores y dónde está probado que el desempeño social de la empresa afecta positivamente en la diferenciación y el valor como marca (Czinkota et al., 2014).

El rol de los administradores en este ámbito, debe girar en torno al censado constante de la percepción de los *stakeholders* respecto del desempeño de la empresa en cuanto a los objetivos de sustentabilidad propuestos, si se quiere lograr un cambio en la imagen y posteriormente en la reputación de la empresa. Para esto, si bien el cambio debe ser liderado por los administradores, la retroalimentación y el aporte de todos los empleados, debe ser constante y por ello, los mismos deben ser capacitados y seleccionados en función de sus

aptitudes y actitudes para acompañar el proceso y generar el cambio necesario en el núcleo de la organización (Harris & de Chernatony, 2001).

El planteo de este cambio, debería generar un especial interés en los líderes de las organizaciones, ya que escándalos a nivel mundial como el de la automotriz Volkswagen, en el cual se descubrió la incorporación de un software que modificaba las emisiones de los automóviles para adecuarse a los límites establecidos cuando este estaba siendo testado por los organismos de control («Cómo Volkswagen trató de encubrir el “terrible” fraude de las emisiones contaminantes», 2018), hacen que situaciones de este tipo generen no solo pérdidas millonarias para las empresas por multas y gastos de reparación por daños ocasionados o acciones legales, sino que pueden decantar en un deterioro sustancial en la imagen de la empresa para sus *stakeholders*, disminuyendo su valor subjetivo y también objetivo, si la empresa cotiza en mercados financieros.

Los riesgos son altos cuando se busca un posicionamiento como empresa sustentable, y la mejor forma de alcanzar prácticas sustentables y que generen, en un futuro, una reputación de empresa sustentable, parecieran requerir de una lectura estratégica de los acontecimientos externos e internos a la organización, así como una retroalimentación constante con actores internos y externos al proceso productivo, ya que la reputación empresarial no es un producto que se puede comprar, sino una condición que surge de el alineamiento cultural con la sociedad y el respeto por normas y reglas explícitas e implícitas (Czinkota et al., 2014).

En cuanto a la búsqueda de un cambio de imagen hacia la de empresa sustentable y el posterior logro de una reputación como este tipo de empresa, se debe mencionar, que esto requiere de la utilización de un enfoque atento y adaptativo a las necesidades del público objetivo, en donde el posicionamiento, la personalidad, las relaciones y la presentación de la empresa, deben estar en función de este nuevo giro que se pretende. Cabe aclarar, que a los

fines buscados, se entiende por posicionamiento de la empresa a las capacidades distintivas que diferencian a la compañía del resto; a la personalidad como la asociación con su usuario típico; a las relaciones como el tipo de contacto entre integrantes de las empresas con otros empleados, consumidores y *stakeholders* y a la presentación de la empresa como la forma en la que la empresa se muestra hacia el conjunto de la sociedad (Harris & de Chernatony, 2001).

En suma, se puede decir que una administración de los recursos internos tendiente a potenciar los mismos frente a las preferencias, valores y representaciones de los *stakeholders*, así como su proyección al exterior mediante las actividades productivas y los empleados como representantes de la organización, además una constante vigilancia de las actividades incluidas en toda la cadena de valor que incluya transparencia total ante los *stakeholders* y que elimine la posibilidad de prácticas no sustentables relacionadas con la cadena de suministro, así como el *greenwashing* de productos, pueden resultar en la proyección de la imagen deseada y la obtención de una reputación como empresa sustentable.

Los beneficios de este cambio en la imagen y reputación de la empresa son muchos, ya que numerosas encuestas y estudios confirman que los clientes están dispuestos a pagar “*premium for green*” o pagar mayores precios por productos provenientes de empresas cuya reputación sea la de empresa sustentable. Esto refleja un cambio respecto a lo que sucedía hace algunos años, donde se esperaba que los productos obtenidos de procesos menos contaminantes o fabricados en materiales sustentables, fueran de menor calidad o con menores prestaciones que los tradicionales (Ottman, 2011).

Hoy en día, los consumidores presentan exigencias cada vez mayores, hacia los productos “verdes”, debido a que estos vienen demostrando que no solo pueden destacarse por generar menor impacto ambiental en cuanto a los consumos de materias primas, prestaciones y generación de desechos, sino que los métodos innovadores mediante los cuales se los obtiene,

tienden a generar productos de mayor calidad y prestaciones que los tradicionales (Ottman, 2011).

Es en este cambio de paradigma, donde el *branding* y la reputación de las marcas en sí misma, puede ayudar a generar un cambio en las modalidades de consumo hacia un esquema sustentable, debido a que allí es donde la disponibilidad de información falla y existen inconvenientes institucionales que impiden identificar fehacientemente a las empresas que cuentan con procesos sustentables y con una misión clara de generar beneficios al mismo tiempo que disminuyen su impacto ambiental y aumentan su impacto positivo en la sociedad; las marcas y un núcleo de empresas con buena reputación ambiental, permitirán a los consumidores más fácilmente, elegir el camino del consumo sustentable, promoviendo el mercado de productos de bajo impacto ambiental y alto impacto social positivo (Lehner & Halliday Vaux, 2014).

En lo que respecta a la industria azucarera, el desafío que se presenta para cambiar su imagen hacia la empresa sustentable es grande, y requiere de la creación de una mezcla única de características funcionales y emocionales que sean percibidas por el público como tales, dando un valor simbólico único y distinto del que tiene actualmente (Grubor, 2016).

Los conflictos ambientales a los que se enfrenta la industria son muchos y la tentación de caer en prácticas poco sustentables o de aparente cambio hacia la sustentabilidad (“*greenwashing*”) es significativa. Para poder acceder a los potenciales beneficios actuales y futuros que permita la entrada a nuevos mercados más exigentes, las estrategias administrativas deben ser claras y sólidas, apuntando al desarrollo de estructuras aptas para las actividades sustentables en la cual promover los cambios radicales necesarios. Debe incluir departamentos de Investigación y desarrollo (I+D), producción, marketing y compras, entre otros de menor intervención, pero igual de necesarios en la creación de una cultura de sustentabilidad que lleve

a un cambio de imagen la empresarial y posteriormente de su reputación (Kumar & Christodouloupoulou, 2014).

Greenwashing

Las posibles ventajas competitivas que una imagen “verde” ofrece a las empresas, vuelven cada vez más atractivo el camino de la sustentabilidad para las empresas, agregando desafíos a los administradores de las mismas en el sentido de que un cambio hacia la sustentabilidad “real”, requiere de modificaciones profundas en la estructura y cultura de las empresas cuyo principio rector en las operaciones siempre fue el beneficio por sobre el impacto social y ambiental de las actividades.

Teniendo en cuenta esto, hay que considerar que el camino de la sustentabilidad exige el giro hacia una visión de la empresa como parte de un sistema planetario finito y de una sociedad muy informada que puede llegar a conocer todos o la gran mayoría de los aspectos que hacen a los procesos productivos, así como las consecuencias que estos procesos tienen sobre la sociedad y el ambiente.

Actualmente, el interés de la sociedad por los impactos de las actividades productivas es cada vez más claro, y los datos respaldan este hecho, especialmente para los consumidores, quienes exigen cada vez más, productos que ofrezcan una gran transparencia en sus actividades. Encuestas realizadas a nivel internacional, muestran que un 66% de los consumidores a nivel mundial están dispuestos a pagar más por productos ambientalmente amigables, o la elección de pagar “*premium for green*”, como se lo llama en los trabajos de este tipo. Esta diferencia con los productos tradicionales, lleva a que los productos ambientalmente amigables puedan convertirse en bienes de alto valor agregado para la empresa y que puedan representar una fuente de ingreso interesante a la cual se debe prestar especial atención (de Freitas Netto et al., 2020). Esta tendencia, más allá de la brecha entre la intención y la acción o *attitude-behavior*

gap la cual, según estudios, revela una diferencia entre la elección real de comprar productos sustentables o eco-Amigables y la expresión de dicha elección o la identificación con las prácticas sustentables, representa una posibilidad de negocios muy interesantes, y a su vez, un terreno fértil para prácticas deshonestas y peligrosas para la reputación empresarial, como el *greenwashing*.

La búsqueda de una integración social y ambiental en las empresas, que logre alcanzar la sustentabilidad en sus actividades y por ende una reputación como empresa de este tipo, genera la necesidad de ser socialmente responsable y con un manejo de sus actividades que contemple el triple impacto ambiental, social y económico de principio a fin. Además, la presión es creciente por parte de la sociedad y las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) ambientales o que se dediquen al escrutinio de las actividades empresariales, así como los organismos de control estatal, quienes son otros *stakeholders* que presionan por una mayor transparencia y fácil acceso a la información de los procesos productivos.

Este incremento en la demanda de transparencia, genera una creciente presión en las empresas, ya que no cualquier tipo de comunicación es deseable ni conveniente. Este aspecto debe ser tratado con sumo cuidado, ya que existen algunos estándares sobre la comunicación, como ser el propuesto por la Comisión Federal de Comercio de Estados Unidos, quien establece que, para la comunicación de aspectos ambientales, se debe: “Usar un lenguaje calificativo claro y prominente para transmitir que las afirmaciones ambientales generales se refieren solo a beneficios ambientales específicos y limitados.” (de Freitas Netto et al., 2020). Estos lineamientos en cuanto al tipo de información que se debe brindar, buscan solucionar los casos de *greenwashing* que se dan en empresas de todo tipo y los cuales abarcan una amplia gama de formas comunicativas y acciones.

En cuanto a la definición de *greenwashing* se entiende que esta práctica surge de la intersección entre dos comportamientos empresariales. Por un lado un desempeño ambiental pobre y por el otro, una comunicación positiva sobre dicho desempeño, pero dado que, según la consultora especializada *Terra Choice* la enorme mayoría de las empresas (95%) incurre en alguna forma de *greenwashing*, es preciso definir todas las formas observadas de este tipo de comportamiento, las cuales *Terra Choice* propone abordar desde lo que denominó “Pecados del *greenwashing*” (de Freitas Netto et al., 2020).

Cabe aclarar que las definiciones de *greenwashing* son variadas y dependen del punto de vista desde el cual se arrije a ellas. Cuando se busca definir a esta práctica, se puede recurrir al Diccionario Oxford de inglés, en el cual se expresa que es “La desinformación diseminada por una organización con el objeto de presentar una imagen pública ambientalmente responsable o la promulgación de una imagen ambientalmente responsable, por parte de una organización que es infundada o intencionalmente engañosa”. Ahora bien, si se define al *greenwashing* desde la óptica de la divulgación selectiva, *Terra Choice* lo define como “El acto de engañar a los consumidores en cuanto a las prácticas ambientales de una compañía, o el desempeño ambiental, mediante comunicación positiva”.

Por último, también se puede encontrar una definición que contemple el comportamiento desacoplado de las empresas en cuanto a que esta práctica “tiende a desviar la atención hacia temas menores o la dirige a crear una “charla verde” mediante declaraciones dirigidas a satisfacer los requerimientos de *stakeholders* en términos de sustentabilidad, pero sin realizar acciones concretas”(de Freitas Netto et al., 2020).

Una vez expuesto este abanico de definiciones, es que se puede decir, desde la óptica que se busca dar a este trabajo, que el *greenwashing* es el conjunto de prácticas comunicativas empresariales que van desde la omisión u ocultamiento de características negativas de los

productos, a la falta de pruebas fehacientes sobre características promocionadas en los mismos, pasando por la vaguedad o la irrelevancia en las afirmaciones, la falsedad lisa y llana, llegando hasta la presentación como “el menor de los males” cuando se busca promocionar productos instalados en la opinión pública, como de alto impacto ambiental (Mair, 2015).

Ahora bien, una vez definido el concepto a abordar, es necesario entender que los abordajes comunicacionales y estrategias de comercialización que pueden incluir algún tipo de dualidad u ocultamiento que encuadre en la denominación de *greenwashing*, pueden tener variadas presentaciones y niveles de difusión, pero todas tienen en común que buscan lograr una imagen empresarial de desempeño ambiental que difiere de la realidad. Asimismo, existen diferentes potenciadores, incentivos o “drivers” para la incursión empresarial en el *greenwashing*. Los drivers que pueden llevar a las empresas por este camino, fueron descriptos por Delmas y Burbano (2011), contemplando factores externos, internos, individuales y organizacionales, en un estudio que propone la identificación y agrupación de los mismos, de la siguiente forma:

1- Factores externos al mercado: Contexto regulatorio y de control

a. Marco regulatorio laxo e incierto

En general el marco regulatorio a nivel internacional es escaso, y no se encuentran normativas específicas respecto del *greenwashing*, solo pudiendo citarse como referencia la mención en el acta de la Comisión Federal de Comercio de Estados Unidos. En esta acta, más precisamente en la sección 5, se fija una multa de hasta USD 10.000 por incurrir en prácticas de marketing ambiental injustas o engañosas.

En cuanto a la situación en Argentina, este tipo de prácticas no se encuentra legislada ni prohibida como tal, y solo podría pensarse a los que llevan a cabo este tipo de acciones, mediante recursos legales que enmarquen dicho accionar como una publicidad engañosa que,

aun así, podría ser muy difícil de probar. Es por esto, entre otros factores, que las empresas en las cuales la cultura empresarial no incluye una visión ética de sus actividades, pueden interpretar la mencionada falta de marco normativo como una "invitación" al *greenwashing*.

b. ONGs, activismo y presión mediática

La presión mediática y de las ONGs ambientalistas surgen del seguimiento y exposición de las prácticas engañosas de las empresas en cuanto a su desempeño ambiental. Esto ejerce una presión hacia las empresas por cumplimentar con prácticas ambientales que puede llevar a la incursión en el *greenwashing*.

2- Factores de mercado, externos a la organización

a. Consumidores, inversores e iniciativas de la competencia.

Las denominadas empresas marrones ("*Brown Firms*") denominadas así por llevar a cabo prácticas ambientales negativas y comunicarlas positivamente, se ven cada vez más presionadas para mejorar su desempeño, si quieren ingresar a mercados ambientalmente exigentes o solicitar financiamiento de organismos internacionales con estándares elevados de calidad ambiental. Esto genera un incentivo en las empresas de todo tipo, para comunicar un desempeño ambiental positivo a pesar de que sus acciones no acompañen dichas comunicaciones. Otro factor importante en cuanto a los factores externos a la organización, son las iniciativas de la competencia en cuanto al compromiso ambiental ya que al agrandarse el mercado "verde", cada día surgen mayores iniciativas empresariales que buscan apropiarse de diferentes cuotas de este mercado.

3- Factores a nivel de la organización

a- Características de la firma

Características como el tipo de industria, el tamaño y otras particularidades de la empresa, pueden hacer que la misma sea objeto de mayores presiones por parte de actores externos.

b- Estructura de incentivos y clima ético

Las estructuras empresariales que favorecen el establecimiento de objetivos arbitrarios de ganancias y/o tiempos de producción, propician un clima laboral poco ético y con bajo compromiso ambiental y social, generando un terreno fértil para el mal desempeño ambiental.

c- Inercia organizacional

Se entiende por inercia organizacional, a la fuerte persistencia que existe en mantener las formas y funciones de la misma manera en que se venían haciendo, en detrimento de los cambios estratégicos que pudieran surgir. Esto puede llevar a que, en lugar de generarse cambios tendientes a la sustentabilidad, se mantengan prácticas no sustentables, cambiando a una comunicación positiva ambiental sin su correlato en las acciones.

d- Efectividad en la comunicación interna

La comunicación interna en una organización, suele ser un tema de difícil manejo y optimización, lo cual lleva a que el conocimiento y la comunicación dentro de las empresas sea complicado y la transferencia de conocimiento subóptima. Estas dificultades, pueden generar una desconexión entre diferentes áreas de la organización, llevando a que la comunicación de acciones ambientales difiera de las acciones llevadas a cabo por un área que, o bien falló en la comunicación con el área correspondiente, o simplemente no hubo un control adecuado de la comunicación, por parte del área encargada de este tipo de tarea.

4- Factores psicológicos a nivel individual

a- Sesgo optimista

El desempeño ambiental de una empresa, revisado por el personal o encargado del área, puede ser sobreestimado debido a la tendencia que existe en los individuos a esperar eventos positivos por sobre los negativos cuando se evalúan acciones y se planifican estrategias. La desventaja que crea esta posible mala interpretación de los escenarios futuros, es la de crear planes o comunicaciones basadas en una visión demasiado optimista del futuro, que no tenga en cuenta las experiencias pasadas.

b- Marco estrecho de decisión

Se denomina marco estrecho de decisión, a la tendencia a tomar decisiones en aislamiento respecto de una gran variedad de factores a considerar al tomar dichas decisiones. Esto, transpuesto al ámbito de las empresas que buscan adoptar estrategias de sustentabilidad, puede llevar a que los administradores tomen la decisión de comunicar dichas estrategias a futuro, sin considerar todas las implicaciones que esto tendrá sobre todos los procesos empresariales.

c- Descuento hiperbólico

Se denomina descuento hiperbólico a la tendencia que existe por parte de las personas a preferir una recompensa inmediata menor por sobre una mayor, pero que se percibirá en un plazo de tiempo también mayor. Trasladado al ámbito del planteo estratégico de una empresa en cuanto a su estrategia ambiental, esto puede significar la comunicación de prácticas que todavía no se implementaron, con el afán de obtener una respuesta de mercado inmediata (mientras no se compruebe su falsedad al momento de ser comunicada), por sobre la implementación de acciones reales, que pongan a la empresa en el camino que la lleve a obtener beneficios sostenibles a largo plazo.

Haciendo una revisión de todas las definiciones de *greenwashing* y teniendo en cuenta los diferentes drivers que pueden afectar a las empresas para llevar a cabo este tipo de prácticas,

se puede observar que todas buscan en mayor o menor medida obtener beneficios o cuotas del mercado “verde” de manera incorrecta o poco sostenible en el tiempo. Esto es expuesto por Du (2015) en su trabajo realizado en China, (país con gran conflictividad económico-ambiental) donde analiza como el mercado valúa el *greenwashing*. Du, concluye en el mencionado trabajo, que:

1) El mercado no favorece al *greenwashing* en cuanto a que las empresas sufren el rechazo de inversores y la valuación negativa de los inversores.

2) La reacción negativa del mercado ante la exposición del *greenwashing* está ligada con la exposición mediática del o los hechos.

3) La evaluación positiva del desempeño ambiental empresarial puede llevar a que el público y los organismos de control apoyen y acompañen el proceso de mejora en la sustentabilidad de las actividades, facilitando la gestión ambiental, desde la divulgación de información ambiental real, sobre todo en países en desarrollo, donde los marcos regulatorios y el monitoreo ambiental son deficientes.

Por último, se debe mencionar que existe una relación directa entre ética empresarial y desempeño ambiental correcto, y que, por contraposición, el *greenwashing* se observa como práctica de elección en empresas de ética y responsabilidad social empresarial cuestionable, donde los beneficios de largo plazo se ven opacados por la búsqueda de ganancia a corto plazo y a costa del impacto social positivo. Es evidente, entonces, que son las empresas con un liderazgo y cultura ética de gran credibilidad para el público interno y externo, en las cuales los programas que buscan evitar prácticas engañosas y ambientalmente dañinas tienen mayor éxito, ya que en organizaciones en las cuales la ética y la cultura empresarial enfatizan el egoísmo y la obediencia incuestionada a la autoridad crear la percepción de que los programas de ética y acatamiento de normativas solo sirven para proteger a los altos mandos de cualquier

tipo de culpa, en lugar de para generar beneficios que se derramen hacia la sociedad en diferentes formas (Laufer, 2003).

Responsabilidad social empresarial

Prácticamente todas las decisiones que se llevan a cabo a nivel gerencial en las empresas, involucran diversos aspectos sociales y ambientales, esto se debe a que, la decisión de cuanto producir, cuanto pagarles a sus empleados y gerentes, cuando realizar un recambio de tecnologías o modelos de producción, repercute directa o indirectamente en la sociedad y el ambiente (Montiel, 2008).

Esto lleva a que las interacciones sociales de las empresas, ya sean positivas o negativas representen un conflicto de intereses, sobre todo en Argentina y más aún en la provincia de Tucumán, donde las empresas medianas y grandes, en su gran mayoría, parecerían conservar estilos de liderazgo verticalistas y centrados únicamente en los beneficios a corto plazo.

La mencionada conflictividad, se ve acentuada por una serie de circunstancias, como las condiciones económicas fluctuantes del país, el alto índice de trabajo no registrado que se detecta en todas las actividades productivas, los casos de contaminación ambiental denunciados y los accidentes reportados en diferentes actividades. Esto, no solo genera impactos negativos sobre el ambiente y las personas afectadas directamente por estas problemáticas, sino que, además, generan una percepción negativa sobre las empresas, que puede impactar en gran parte de la sociedad, pudiendo limitar u obstaculizar seriamente el crecimiento de estas empresas.

En el contexto tucumano, la industria azucarera, muchas veces se vio inmersa en este tipo de problemáticas, las cuales se ven acentuadas debido a su alto impacto social, tanto positivo como negativo por ser una de las mayores fuentes de trabajo en el interior de la

provincia. Esto, a la vez que es protagonista de forma directa e indirecta en conflictos socio-ambientales, generados por el vertido de efluentes y emisiones de gases y material particulado a la atmósfera, así como la quema de biomasa y la disposición de residuos sólidos. Cabe aclarar, sin embargo, que la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) como tal, no se encuentra regulada en la gran mayoría de los países, solo observándose algunos esbozos de legislación, bastante laxa en Indonesia y Francia. Más aún, si se evalúa el aspecto punitivo de las legislaciones referidas a RSE, la búsqueda bibliográfica solo mostró que las mismas solo son aplicadas en la India, mediante la intervención de un comité estable de RSE, quien se encarga de evaluar y dictaminar sobre casos de supuestas violaciones al código de RSE establecido en ese país (Sharma & Khanna, 2014).

La conflictividad socio-ambiental que generan las actividades industriales, suele ser un foco importante de tensiones, en países donde el control del estado y el marco normativo, dejan lugar a un accionar poco responsable de las empresas en cuya cultura, no se encuentra establecido un alto grado de compromiso hacia la sociedad. En este aspecto, la tendencia internacional, viene mostrando un creciente vuelco hacia la incorporación de la sustentabilidad y la RSE como estrategia en la que no solo se busca maximizar ganancias a corto plazo, sino que se está incursionando cada vez más en el aumento del compromiso social de las actividades empresariales, mediante compromisos basados en las necesidades del entorno en el cual las empresas desarrollan sus actividades (Fontaine, 2013).

La literatura es muy amplia en cuanto a las definiciones de RSE, siendo algunas de ellas las siguientes:

- 1- “La RSE consiste en acciones que promueven algún bien social, más allá del interés de la firma y de lo que es exigido por ley” (McWilliams & Siegel, 2001).

- 2- “La responsabilidad social de los negocios engloba las expectativas económicas, legales, éticas y discrecionales que la sociedad tiene sobre las organizaciones en un determinado momento” (Carroll, 1979).
- 3- “La responsabilidad social empresarial es el compromiso continuo de las empresas, en comportarse éticamente y contribuir al desarrollo económico, mientras mejoran la calidad de vida de su fuerza de trabajo, las familias de estos, al mismo tiempo que a la comunidad local y la sociedad en su conjunto” (Fontaine, 2013).
- 4- “La RSE implica la devolución de las empresas hacia la sociedad” (Fontaine, 2013).
- 5- “Un concepto en el cual, las compañías deciden voluntariamente, contribuir a una mejor sociedad y un ambiente más limpio. Implica la decisión voluntaria de las empresas, a integrar las cuestiones ambientales y sociales en sus operaciones y en la interacción con sus *stakeholders* de forma voluntaria” (Fontaine, 2013).

A partir de estas definiciones, se puede inferir, que la implementación de la RSE gira en torno a una estrategia voluntaria, adoptada por una empresa, donde se buscan beneficios que vayan más allá de los resultados económicos, y que, a largo plazo, prueben ser sostenibles, mediante la inclusión de la empresa en la sociedad como un agente de cambio positivo que impacte en todos sus *stakeholders* a diferentes niveles y en la sociedad como un conjunto.

Con este objetivo en mente, una aproximación que adoptan algunas empresas es la de la filantropía, la cual que consiste en realizar donaciones de dinero y ayudas apuntadas a mejorar en bienestar social. Otras empresas, buscan basar su estrategia de RSE en una lectura de las necesidades sociales, mediante la realización de acciones preventivas, que permitan un mayor desarrollo social y sustentabilidad de las actividades (Fontaine, 2013).

La estrategia de *benchmarking* en RSE, es otra opción practicada por algunas empresas, y mediante la cual, después de haber estudiado la situación en otras empresas de referencia, se

busca igualar o superar, en cuanto a sus resultados, las estrategias adoptadas por sus competidores directos o empresas similares en otras regiones o países (Fontaine, 2013).

Por último, otro enfoque para abordar la RSE como estrategia empresarial, es el de identificar y evaluar los riesgos que implica para el desarrollo de las actividades empresariales, una alta conflictividad en su relación con la sociedad. En este sentido, se considera que un mal desempeño social de la firma, la vuelve más susceptible a demandas y perjuicios económicos relacionados con disconformidades de sus *stakeholders* (Fontaine, 2013).

En cuanto a los múltiples beneficios potenciales que la adopción de este tipo de estrategia puede reportar, no debe perderse de vista, que la misma implica un compromiso a largo plazo, en el cual algunos resultados de una estrategia basada en RSE y sustentabilidad, pueden apreciarse recién entre los 3 y 5 años de implementada la estrategia (Fontaine, 2013).

Una circunstancia especial que debe considerarse a la hora de analizar los beneficios que puede representar la RSE como estrategia de diferenciación en las empresas azucareras tucumanas, es la asimetría en la información que expresan Su y colaboradores (2016), quienes expresan que, en los países en vías de desarrollo, donde la información sobre actividades empresariales y sus efectos en el entorno se encuentran menos disponibles, la adopción de estrategias claras y transparentes de RSE, tienen un marcado efecto de señal positiva para los inversores externos. Esto puede abrir, para los ingenios azucareros, una posibilidad más que interesante en una industria que tanto necesita de la inversión externa, sobre todo en el área de bioenergía a partir de RAC, la cual está muy poco desarrollado en la provincia de Tucumán.

El mencionado efecto de señal positiva, se ve acrecentado, según Su y colaboradores (2016) si la empresa cuenta con certificaciones de terceros u organizaciones dedicadas a la auditoría y asesoría específica en esta área, ya que dichas certificaciones, ofrecen a los potenciales inversores una señal positiva respaldada por un tercero presumiblemente imparcial

y especializado en la temática, sobre características no observables a simple vista de la organización en cuestión.

Ahora bien, si se habla de las posibles inversiones atraídas por una estrategia clara en RSE, o Inversiones Socialmente Responsables (ISR), a las cuales apuntan las empresas que eligen la RSE como estrategia de diferenciación, es muy importante mencionar, que las mismas dan señales de encontrarse en pleno auge, con un crecimiento acumulado de 380% en el período comprendido entre 1995 y 2010, observándose al día de hoy, una tendencia que continúa al alza y con muy buenas proyecciones a futuro. Esta situación, genera podrían ser bien aprovechadas por la industria azucarera, si esta desea establecer un modelo de crecimiento sostenido en el tiempo y con beneficios a largo plazo (Orsato et al., 2014).

El desafío de *management* que se presenta en este aspecto, es grande, ya que, para atraer a las ISR, los *managers* o administradores de las empresas (azucareras en este caso), deben ser capaces de elegir el mejor camino para que sus organizaciones se vuelvan más responsables socialmente, sustentables, a la vez que se mantienen económicamente competitivas. Es aquí, donde los *managers*, deben tener en cuenta, que en el entorno en el que se desenvuelven las industrias azucareras, una estrategia de sustentabilidad y RSE es una característica rara, y que, por ende, puede conferir a las empresas que la adopten una ventaja competitiva significativa.

Otra es la historia a nivel internacional, ya que este tipo de estrategias, se viene replicando a un ritmo elevado y muestra grandes tasas de crecimiento, es por este motivo, que el cambio hacia la RSE y la sustentabilidad, como estrategia de diferenciación de alto impacto, debería ocurrir cuanto antes en los ingenios azucareros si lo que se quiere es lograr una ventaja significativa que no se diluya en un entorno donde esta característica se vuelva cada vez más común (Orlitzky et al., 2011).

Se puede decir, entonces, que la RSE es una estrategia empresarial que incluye acciones tomadas por la organización, tendientes no solo a cumplir con las legislaciones vigentes en materia social, comercial y ambiental, sino que busca exceder estas imposiciones, mediante un compromiso con el desarrollo económico sostenible, a través del bienestar de sus empleados y sus grupos familiares, además de proyectarse la comunidad local, buscando el bienestar general de la sociedad como un todo (Banerjee, 2008).

Por último, se debe mencionar, que el objetivo de la estrategia planteada, es el de generar una ventaja competitiva significativa, mediante un enfoque novedoso para el entorno, el cual puede abrir las puertas a nuevas inversiones socialmente comprometidas y que permitan a la industria azucarera, crecer en la generación de bioenergía. Esto, entendiendo que la bioenergía es un producto que no solo colabora con la mitigación al cambio climático, sino que puede generar un beneficio extra a la población si la estrategia de RSE de los ingenios azucareros, incluyen acciones en salud, educación y acceso a la energía, lo cual que generaría un círculo virtuoso en el entorno de la empresa.

Benchmarking

La necesidad de generar un cambio en la industria azucarera, se hace cada vez más evidente a medida que crece la conflictividad socio-ambiental y económica relacionada a esta industria. Dicho cambio, representa un desafío para la administración de los ingenios, desde la generación de estrategias, hasta implementación, comunicación y aceptación de las mismas en un ambiente marcado por prácticas que llevan muchos años instaladas en la actividad y cuyos actores, pueden ofrecer una marcada resistencia al cambio.

Un curso de acción interesante, para analizar los escenarios que pudieran surgir en el cambio que se plantea, es analizar las experiencias de otras empresas que hayan emprendido el

camino de la diversificación y el aumento del valor agregado, mediante la creación de productos con perspectivas ambientales y sociales, sostenibles en el tiempo y que pueden redundar en beneficios económicos y no económicos, para la empresa y sus diferentes *stakeholders*.

El *benchmarking* es la herramienta del *management* a utilizar en la situación planteada y, si bien, este concepto suele ser entendido muchas veces como el simple hecho de imitar o copiar prácticas o productos, algunos autores expresan que existen varios aspectos claves a considerar y que hacen a la efectividad de esta herramienta, para mejorar el desempeño de la organización (Dattakumar & Jagadeesh, 2003). Por ejemplo, Kyrö (2003), en un trabajo donde analiza el concepto de *benchmarking*, expresa que este, es básicamente el proceso de evaluar y aplicar prácticas consideradas mejores o superiores, lo cual permite mejorar la calidad. Otra aproximación al concepto, también mencionada por Kyrö (2003) expone que se trata de “la principal herramienta para la mejora, alcanzada mediante la comparación con otra organización reconocida como la mejor en el lugar bajo estudio”.

El *benchmarking*, como concepto, tuvo una evolución que fue desde lo puramente centrado en el producto, basándose en el uso de la ingeniería reversa para comparar características, funcionalidades y desempeños de productos de la competencia, en comparación a los propios. Posteriormente, se avanzó hacia el enfoque de “*benchmarking* competitivo” en el cual se buscaba comparar los procesos propios, con los de los competidores (Kyrö, 2003).

Posteriormente, una tercera etapa en la evolución del concepto, se centró en la idea de que se podía aprender de la competencia, hasta llegar al concepto de *benchmarking* estratégico, el cual involucra un proceso sistemático para evaluar opciones, implementar estrategias y mejorar el desempeño, mediante el entendimiento y la adopción de estrategias exitosas,

tomadas de socios externos, y un desarrollo continuo, enfocado en la introducción de cambios sustanciales a largo plazo.

Analizando la evolución del concepto, también se encuentra la definición de Stoy (2007), quien expresa que el *Benchmarking* se define como: “el procedimiento continuo, durante el cual los procesos y métodos de las funciones operacionales, así como los productos y servicios de nuestra compañía son medidos contra una organización de referencia o *Benchmark*”.

Por último, Kyrö (2003), ofrece una definición más completa, en la cual considera al *benchmarking* como: “la evaluación y mejora en el desempeño de una organización, sus unidades, desempeño, tecnología, proceso, competencia o estrategia, para un marco geográfico elegido, aprendiendo de sí misma, otras organizaciones o redes que fueran identificadas como poseedoras de las mejores prácticas en su ámbito, como competidor que opera en la misma industria, conglomerado, sector o contexto más amplio dentro del marco geográfico elegido”.

De todas las definiciones ofrecidas, se puede extraer, que el *benchmarking* es una herramienta de gran utilidad para evaluar la implementación de cambios en las organizaciones. Es clave, sin embargo, para la utilización de esta herramienta de *management*, establecer el marco geográfico objetivo, que puede establecer un alcance local, nacional o global, pudiendo ser este último, un marco de elección, aunque la organización que esté aplicando este recurso (*benchmarker*) no opere en el ámbito global y solo busque equiparar sus estándares a las empresas líderes a nivel mundial, con el objeto de alcanzar altos grados de excelencia (Kyrö, 2003).

En base a todo lo expuesto, se puede concluir, que el *benchmarking* como recurso de *management* para la aplicación de cambios empresariales como el que se plantea en el presente trabajo, resulta muy interesante, ya que el planteo de la producción de bioenergía a partir de

biomasa es una opción adoptada por algunas empresas en el ámbito internacional, y esta práctica puede facilitar la instalación de esta propuesta.

Certificaciones de terceros (*Third Party Certifications*)

La introducción de una empresa, en mercados que requieren de una imagen ambiental y socialmente responsable, es en sí misma, una tarea ardua para organizaciones que ya poseen una buena reputación en este sentido, debido a que los mercados con este tipo de exigencias, no se fían solamente de lo que la empresa muestra o declara.

Esta situación, obviamente es más compleja para firmas con antecedentes de gran conflictividad socio-ambiental, como lo son los ingenios azucareros, ya que el cambio de reputación o apreciación por parte de la sociedad en donde se insertan, requiere de líneas de acción transparentes, consecuentes con los objetivos ambientales establecidos y, sobre todo, fácilmente verificables por la opinión pública y los organismos de control.

Un recurso útil, para buscar cumplir con las expectativas de mercados socio-ambientalmente exigentes, es la certificación de terceros. En este tipo de certificación, la empresa que busca certificar su desempeño socio-ambiental, acude a organizaciones especializadas en esta actividad, las cuales evalúan numerosos parámetros preestablecidos, para acompañar a la empresa solicitante en el proceso de evaluación de sus estándares, y otorgar, si corresponde, la certificación ambiental denominada por esto, certificación de terceros (Prajogo et al., 2016).

Las mencionadas certificaciones, pueden otorgarse en diferentes rubros, siendo de mayor interés para este trabajo, las certificaciones ambientales de terceros, ya que se considera a estas certificaciones como herramientas eficaces para una mejora socio-ambiental. Esto,

aplicado a la actividad azucarera en la provincia de Tucumán , puede otorgar a los ingenios un valor agregado como empresa (Prajogo et al., 2016).

Existen numerosas organizaciones dedicadas a este tipo de certificaciones, siendo algunas de las más importantes a nivel mundial, la *International Organization for Standardization* (ISO), con diferentes familias de normas que contemplan aspectos ambientales y de responsabilidad social empresarial, muy útiles para los fines de mejora en la reputación empresarial. Esto, debido a que brinda lineamientos estandarizados para buenas prácticas empresariales, y otorga certificaciones en caso de que la empresa cumpla con los requisitos solicitados por las mencionadas normas(Prajogo et al., 2016).

Otras entidades que cumplen funciones de certificación similares, son: *The Carbon Trust Standard*, que certifica emisiones, uso de energía, uso de agua y gestión de efluentes; *The Eco-Management And Audit Scheme*, la cual evalúa no solo los procesos, sino el compromiso de empleados y administradores, así como la certificación por auditores externos; o bien, la *Blue Planet Friendly Certification* que audita el desempeño ambiental de empresas y ciudades (Prajogo et al., 2016).

Es muy importante, al hablar sobre la decisión empresarial de certificar normas de calidad ambiental, que la efectividad de esta estrategia, se encuentra muy ligada con la voluntad real de los administradores en cuanto al establecimiento de estándares más elevados de producción y gestión administrativa. En este sentido, cabe mencionar, que si la voluntad de los *managers* en cuanto a las mencionadas certificaciones, se limita a la simple obtención de un certificado como por ejemplo el de ISO 14001, los estudios sugieren que, no solo, no se mejora en forma sustancial la calidad de productos y procesos, sino que la certificación tiende a no ser sostenible en el tiempo, por el hecho de que la misma requiere un cambio en las prácticas productivas, que deben ser bien planificadas e implementadas, involucrando

modificaciones en la forma de trabajar para todos los niveles de la organización (Prajogo et al., 2016).

Otro tipo de certificación de terceros, que viene a satisfacer la creciente demanda de información y buen desempeño ambiental exigido por los consumidores y no cubierto por la mayoría de las legislaciones son las eco-etiquetas, esponsorizadas por organizaciones que inspiran confianza en los consumidores (Prajogo et al., 2016) .

Son este tipo de etiquetas, las que consignan información sobre el impacto ambiental de un producto desde diferentes aspectos con el objeto de subsanar las asimetrías informativas existentes en el mercado, en cuanto a los procesos involucrados en la cadena de valor de los productos. Con esto, se busca reducir la incertidumbre de los consumidores sobre las actividades de las empresas en el aspecto ambiental (Prajogo et al., 2016).

En cuanto a la efectividad del eco-etiquetado, es clave la confianza del consumidor, ya que, si existe tal confianza, los individuos tienden a no gastar energía cognitiva en realizar investigaciones profundas sobre el proceso del cual se obtiene el producto con una eco-etiqueta, y aceptan más fácilmente las declaraciones de calidad ambiental. Es claro, entonces, que el papel del tercero que esponsoriza el eco-etiquetado debe ser transparente y efectivo, debiendo ser este sponsor, el encargado de tomar acciones claras, si la empresa que exhibe la etiqueta, incurre en actividades que van en contra del comportamiento expresado en la declaración de calidad ambiental. (Darnall et al., 2018).

Por último, cabe aclarar que, si bien en la actualidad el eco-etiquetado se encuentra ampliamente difundido y es muy utilizado por empresas de todo tipo, la enorme mayoría de estas etiquetas no cuenta con el apoyo de organizaciones especializadas en auditorías que respalden las declaraciones ambientales realizadas, y que por ende, dichas etiquetas no tienen

el control de un tercero que constituya una verdadera certificación de terceros que otorga la categoría de “*premium*” que eligen los consumidores de este tipo de productos.

Pareciera ser entonces, que si la elección está dada , entre un eco-etiquetado y una certificación de terceros, es más accesible, optar por una certificación del tipo que otorga ISO, mediante su familia de normas ISO 14000, ya que esta organización goza de reconocimiento internacional y procedimientos bien definidos que permitirán a la empresa disfrutar de los beneficios de la reputación de sustentabilidad, sin los riesgos de incurrir en *greenwashing* por etiquetados erróneos o tener un bajo impacto en su diferenciación por asociarse a patrocinadores que no gozan de la confianza y reconocimiento por parte de los consumidores.

Matrices FODA y PESTAL

La implementación de nuevos planes estratégicos, sobre todo los que requieren de inversiones importantes o cambios de gran magnitud en las organizaciones, requieren de estudios previos que permitan conocer el entorno previamente a su aceptación, o bien, adaptar dichos planes a las condiciones externas en las que se desarrollarán las actividades productivas de una empresa. Para este tipo de análisis, es de gran utilidad la elaboración de matrices FODA y PESTAL (que también suele llamarse PASTEL o bien, PEST), en donde se identifican una serie de factores o situaciones que pueden condicionar la puesta en marcha de planes, proyectos o programas impulsados desde la empresa.

Matriz PESTAL

Este tipo de análisis, denominado así por que incluye la evaluación de los aspectos Políticos, Económicos, Socio-culturales, Ecológicos (o Ambientales) Tecnológicos y Legales, al cual suele llamarse también PESTEL (por denominar ecológicos a los aspectos ambientales) o bien PEST por no considerar a los aspectos legales del proyecto, plan o programa a

implementar (Urbina, 2006). Este apunta a realizar una evaluación de los aspectos que se detallan a continuación:

- 1- Políticos: Políticas gubernamentales a nivel local, regional, nacional e internacional que inciden de manera directa en la empresa o emprendimiento. Este aspecto puede tener mayor o menor influencia, de la volatilidad política del país donde se sitúa la empresa. Ej.: Políticas gubernamentales para el sector ambiental, tratados comerciales internacionales o nacionales, etc.
- 2- Económicos: Factores como tasas de interés, desempleo, tipos de cambio, accesibilidad a los recursos, nivel de desarrollo económico y tasa de inflación como un factor de gran importancia en Argentina.
- 3- Socio-cultural: Incluye la evaluación de nivel educativo, creencias, hábitos de consumo, costumbres, entre muchos otros factores que hacen al estudio del posible comportamiento social del entorno. Ej.: Modelos culturales, Ingresos familiares, nivel sociocultural, etc.
- 4- Tecnología: Se analiza el avance tecnológico disponible y asequible para el desarrollo de las actividades incluidas en el plan, programa o proyecto. Ej.: Costo en inversiones tecnológicas, uso y disponibilidad de energía, alternativas tecnológicas disponibles, etc.
- 5- Ambientales (también llamados ecológicos): Se realiza una primera aproximación a los posibles impactos ambientales derivados del plan, programa o proyecto a realizarse en la empresa. Ej.: Nivel de emisiones de carbono, generación de efluentes gaseosos y líquidos, generación de residuos sólidos, etc.
- 6- Legales: Se trata del análisis de las legislaciones vigentes en el territorio en donde se encuentra instalada la empresa, o bien en el territorio o ámbito en el cual

desarrollará sus actividades o donde comercializará sus productos. Ej.: Leyes laborales, legislación energética, propiedad intelectual, etc.

El análisis tipo PESTAL, suele realizarse en las primeras etapas de plan, proyecto o programa y para el caso de la puesta en marcha de un plan estratégico que incluya la generación de un nuevo producto como la bioenergía a partir de biomasa, que es el tema de este trabajo, con los variados impactos positivos y negativos que pueden surgir dentro y fuera de la empresa en diferentes alcances, es vital un análisis detallado que permita maximizar los beneficios económicos y no económicos para la empresa.

Matriz FODA

El análisis FODA, matriz FODA, o bien DAFO o SWAT (por sus siglas en inglés), es una herramienta que permite realizar análisis del entorno organizacional y tomar decisiones en base a este análisis. Presenta similitudes con respecto al análisis PESTAL, pero en este caso, el mencionado análisis es previo al FODA y puede generar múltiples entradas para este último. El enfoque del análisis FODA, es el de evaluar la propuesta propia de la empresa analizada y del entorno, “desde adentro hacia afuera” (Urbina, 2006).

En una matriz FODA, se plantean las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas a las que debe enfrentarse el plan, proyecto o programa a implementar, planteándolos de forma organizada y objetiva, buscando potenciar las fortalezas, aprovechar las oportunidades, disminuir o corregir las debilidades y prevenir las amenazas mediante planes de acción (Urbina, 2006).

Diseño y desarrollo de la investigación

La presente investigación es de tipo cuali-cuantitativa y se plantea en tres etapas, de las cuales, la primera es la investigación bibliográfica sobre la temática abordada. La misma se llevó a cabo mediante el recurso que ofrece el buscador Google para trabajos académicos, además de una recopilación de trabajos provistos por los expertos que colaboraron para el desarrollo de la investigación. Los trabajos consultados incluyen publicaciones científicas en revistas especializadas en agronomía, bioenergía, sustentabilidad y administración de empresas, entre otros tópicos que se abordan en este trabajo. También se realizaron consultas en libros especializados y páginas de internet dedicadas a la divulgación de información de interés general, así como de noticias y también en páginas de interés particular para las disciplinas abordadas.

En una etapa posterior del estudio, se realizaron entrevistas a expertos involucrados en las temáticas que se analizó, con el objetivo de conocer su opinión y enriquecer el trabajo con diferentes puntos de vista. Los entrevistados se eligieron por su función y *expertise* en áreas temáticas de interés. Tal es así, que se entrevistó al Ing. Mariano Garmendia, ex secretario de Control y Gestión del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán y actual presidente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para conocer la visión estatal del planteo aquí realizado. Por otro lado, y en cuanto a la visión técnica del problema que se aborda, se entrevistó al Ing. Santiago Paz Brühl, quien es coordinador energético de Pluspetrol S.A. para el uso de biomasa en Tucumán, y al Ing. Marcos Golato, Magíster en Ingeniería Bioenergética y supervisor en ensayos y mediciones industriales de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Además, para conocer el marco legal y costos administrativos potenciales de no adoptar la propuesta que se analiza en este trabajo, en cuanto a la legislación ambiental, se consultó a la Abog. Alexia Fermoselle, encargada del servicio

jurídico de la Dirección de Fiscalización Ambiental. En cuanto a la perspectiva de las empresas involucradas en el estudio, se entrevistó al Ing. Pedro Ballesteros, quien se desempeña como Encargado de Medio Ambiente en los Ingenios Concepción y Marapa. Asimismo, se entrevistó al Tec. Matías Omar Rodríguez, cuyo cargo es el de jefe de Seguridad y Medio Ambiente en la embotelladora Pepsi de Tucumán (Quilmes Manantial), quien dio una visión desde el punto de vista de una empresa con un consumo mayorista de azúcar en la provincia de Tucumán. Los extractos de las entrevistas se presentan en el Anexo.

Por último, y en cuanto al trabajo de campo realizado para este estudio, se realizó una encuesta a una población de 199 personas a las cuales se separó en cuatro rangos etarios para tener un panorama más cierto de las elecciones de los consumidores tucumanos, respecto de las tendencias mundiales analizadas en la bibliografía. Cabe aclarar que la encuesta realizada es de tipo no probabilística por representar una muestra muy pequeña de la población tucumana, pero a la cual se considera una buena aproximación por haberse elegido personas de diferente nivel académico, grupo etario, nivel socioeconómico y conocimiento sobre la temática abordada.

Las encuestas realizadas consistieron en 6 preguntas realizadas a 4 grupos etarios diferentes, buscando conocer las opiniones de los encuestados en cuanto a preferencias de consumo, problemas de suministro eléctrico y opinión sobre asuntos ambientales. Los grupos etarios segregados para el estudio, son los rangos de 18 a 20 años, de 21 a 40 años, de 41 a 60 años y de 60 años en adelante. Cabe aclarar que la segregación en grupos etarios tuvo el propósito de buscar diferencias entre las opiniones de los diferentes encuestados, y poder vislumbrar una tendencia hacia el mediano y largo plazo.

Resultados y discusión

Como se describió *ut supra*, en la primera etapa de trabajo se realizó un análisis de la bibliografía sobre los temas que se plantearon como centrales, aspectos técnicos de la generación de energía a partir de RAC y posibles estrategias de *gestión* para su mejor aprovechamiento en industrias.

En base a este estudio, se encontraron resultados interesantes en cuanto a las tendencias internacionales sobre percepción del mercado y el interés de los inversores hacia empresas que presenten señales favorables en los ámbitos de RSE y sustentabilidad. Asimismo, se encontraron trabajos donde se expresa claramente, que los consumidores están dispuestos a pagar *premium* por productos obtenidos en esta modalidad de producción y trabajo (Gazzola et al., 2018; Júnior, 2009; Su et al., 2016). Esta idea, es apoyada por Grubor (2016) quien menciona los beneficios de una reputación favorable en cuanto a las acciones en RSE y sustentabilidad, obtenida mediante acciones concretas por parte de la empresa y un *branding* adecuado.

Por otro lado, la postura sobre los beneficios de la RSE y prácticas de sustentabilidad en empresas, es discutida por Orsato (2014) quien alega que la validez y el impacto real de este tipo de estrategias sobre el valor de una empresa, no es tal, al haber analizado el caso de la valoración bursátil de empresas que cotizan a nivel internacional como el BOVESPA, donde los resultados no se mostraron significativamente mejores para las empresas analizadas.

Continuando con el estudio, un aspecto clave a considerar es que una mejora sustancial en la imagen y posteriormente en la reputación empresarial, es clave para una mayor aceptación del público y una entrada a nuevos mercados, lo cual no parecería ser un objetivo fácil de conseguir para los ingenios azucareros. Esto se debe a que existen en su operación habitual, muchas prácticas arraigadas, las cuales no solo le valieron una mala reputación en la sociedad

tucumana, sino que se volvieron de alguna forma parte de la identidad de la industria, representando un reto para los administradores.

Es por esto, que el cambio planteado requerirá de un trabajo profundo por parte de los administradores de ingenios azucareros, desde el replanteo de sus procesos y la reeducación de sus empleados, hasta el cambio en sus propios paradigmas que les permita adoptar nuevas ideas y propuestas. Para esto puede ser muy útil la búsqueda de certificaciones de terceros que avalen los esfuerzos realizados, capitalizando los avances de la empresa en este sentido y dando las correspondientes señales positivas a posibles inversores externos, logrando un gran impacto en las acciones tomadas (Prajogo et al., 2016).

En cuanto a inversiones externas, tan requeridas en la industria por el atraso tecnológico que presenta, obtenerlas puede redundar en beneficios económicos para la empresa y en un gran impacto social positivo. Esto, debido a la mejora en la calidad de vida de las personas que habitan en las cercanías del ingenio, donde se generaría un menor impacto ambiental, también se verían beneficiadas (así como gran parte de la sociedad tucumana) por la generación de nuevas fuentes de trabajo al convertir a los ingenios en biorrefinerías que produzcan varios productos a partir de material biológico, a la vez que se mejoran las condiciones de trabajo para los empleados (P. Ballesteros, comunicación personal, 18 de enero de 2022).

Un aspecto clave a considerar para la captación de inversiones externas y la aceptación de los productos provenientes de ingenios azucareros tucumanos en mercados internacionales, parece ser el cumplimiento de los compromisos socio-ambientales y la implementación de una vigilancia constante en cuanto a dicho cumplimiento. El mercado de la agroenergética implica un producto cuyo valor agregado es de menor impacto ambiental al disminuir las emisiones de GEI. Además, las ventajas de las modificaciones del modelo productivo que se propone, se potencia si se plantea una producción en línea con los conceptos de economía circular y

bioeconomía, resultando trascendental evitar los daños profundos que generaría en la reputación de una empresa con este perfil la incursión en prácticas perjudiciales para el ambiente y la sociedad, incluyendo en éstas, las que se catalogan como *greenwashing*, para las cuales, los mercados interesados en esta línea de negocios suelen actuar de forma rápida y decidida en detrimento de las empresas que incumplen compromisos o incurren en prácticas perjudiciales (de Freitas Netto et al., 2020).

En cuanto al análisis de las perspectivas para los productos principales de la industria azucarera tucumana, azúcar y bioetanol en primer lugar, el estudio de mercado revela que la situación actual y las proyecciones a mediano plazo para el azúcar no son favorables, debido a la inestabilidad en precios que se da en los mercados de mayor importancia, y las tendencias internacionales que muestran una desaceleración marcada en su consumo (*Precio Azúcar No 11 EE.UU. / Cotización Azúcar No 11 EE.UU. - Investing.com, s. f.*), así como una creciente aparición de políticas que buscan desalentar el consumo de este producto debido a las externalidades negativas que se le asocian (Zhuri, 2018).

Por otro lado, el bioetanol muestra señales más prometedoras tanto por la política de precios más flexibles a la que se enfrenta este producto en el mercado local (P. Ballesteros, comunicación personal, 18 de enero de 2022), como por la tendencia internacional al alta en su consumo, debido al reemplazo cada vez más creciente de los combustibles fósiles por otros con balance de carbono neutro o negativo, como ser los biocombustibles (Torroba, 2021).

Es en este contexto que la producción de bioenergía a partir de RAC, ya sea mediante gasificación o mediante combustión, emerge como una alternativa para estabilizar a la industria azucarera en un contexto cambiante, que muestra una necesidad de energía creciente, así como un alejamiento paulatino de los combustibles fósiles. Por esto, es que el planteo de la obtención de bioenergía a partir de RAC, ya sea para ser inyectada en el proceso productivo del azúcar

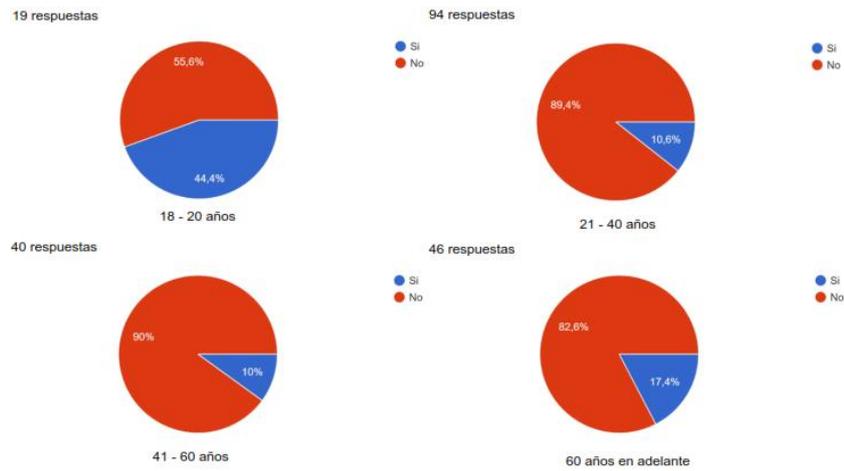
como gas, o bien mediante la utilización de este subproducto como combustible directamente en las calderas para generar energía destinada al proceso o a su inyección y distribución en la red eléctrica, presenta un gran potencial, a la vez que genera desafíos de logística y de costos que deben ser estudiados en profundidad para potenciar su aprovechamiento (M. Golato, comunicación personal, 4 de febrero de 2022).

Es entonces, que habiendo analizado ampliamente la bibliografía, se llevó a cabo una encuesta no probabilística sobre una población de 199 personas, disgregadas en 4 grupos etarios, la cual se considera representativa por sus diferentes niveles de formación académica, condición social y edad, a los que se les consultó sobre cuestiones relacionadas a este estudio. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Pregunta 1: ¿Reconoce a los ingenios azucareros como empresas comprometidas con el medio ambiente?

Figura 16

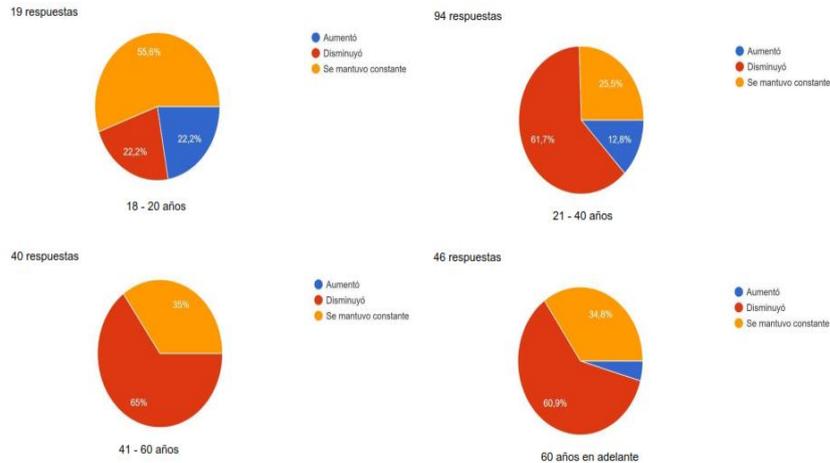
Resultados para la pregunta 1, agrupados por rango etario



Pregunta 2: ¿Cómo evolucionó su consumo de azúcar en los últimos 10 años?

Figura 17

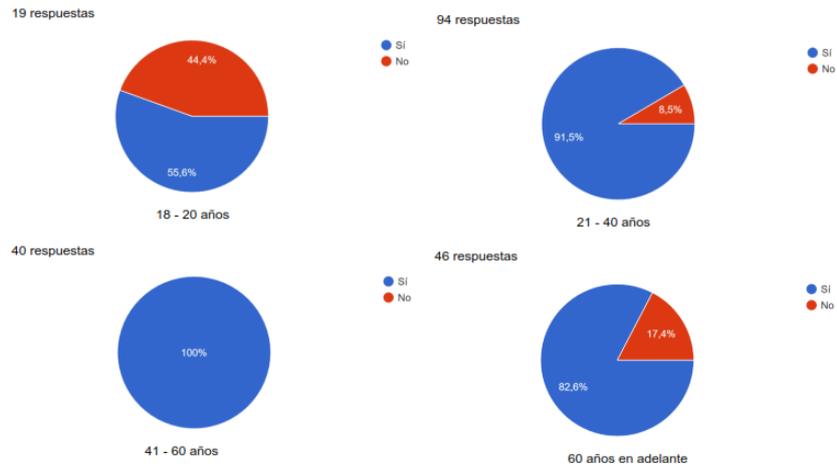
Resultados para la pregunta 2, agrupados por rango etario



Pregunta 3: Sabiendo que en cualquier producción existen costos sociales y ambientales que normalmente no se contemplan, y que en caso de ser incorporados (internalización de costos), esto generaría un posible incremento en los precios que percibe el consumidor (usted), ¿Cree que se justificaría pagar precios ligeramente más elevados por productos que generen menor impacto ambiental?

Figura 18

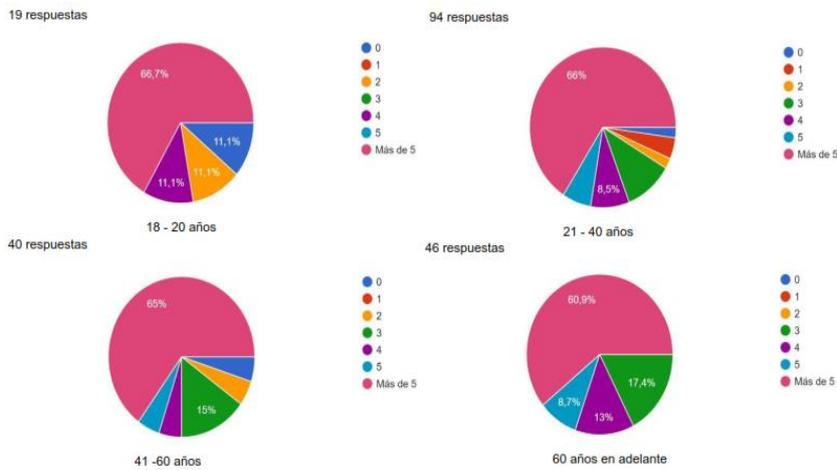
Resultados para la pregunta 3, agrupados por rango etario



Pregunta 4: ¿Cuántos cortes de luz sufrió en el año 2021?

Figura 19

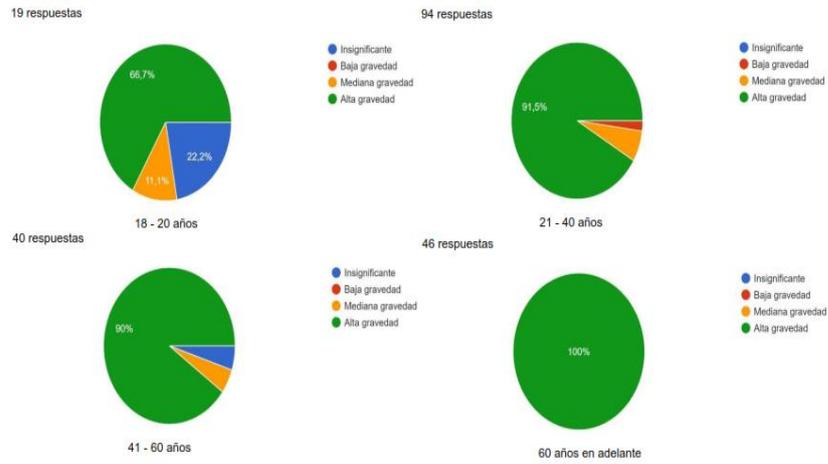
Resultados para la pregunta 4, agrupados por rango etario



Pregunta 5: ¿Cuán grave cree que es el problema del cambio climático?

Figura 20

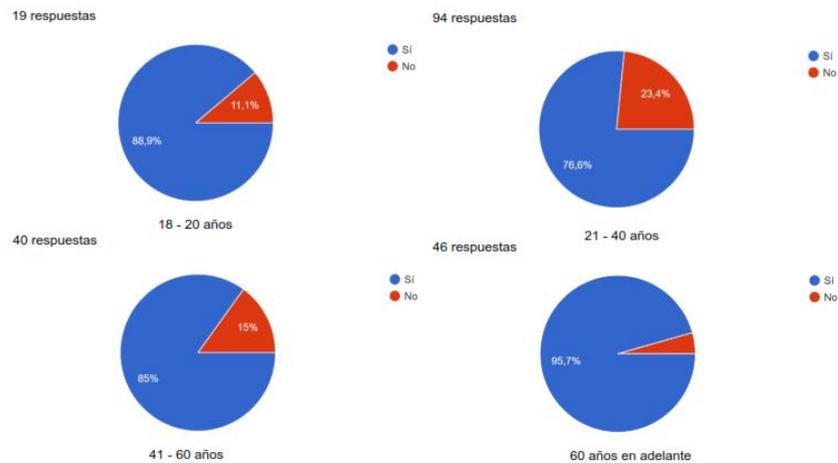
Resultados para la pregunta 5, agrupados por rango etario.



Pregunta 6: ¿Cree usted que sus elecciones de consumo pueden llegar a producir algún efecto significativo en la mitigación del cambio climático?

Figura 21

Resultados para la pregunta 6, agrupados por rango etario.



Del análisis de los datos arrojados por las encuestas se interpreta lo siguiente:

Pregunta 1: Un porcentaje mayoritario en todos los grupos etarios, no percibe a los ingenios azucareros como empresas comprometidas con el medio ambiente, de lo cual se podría inferir que la imagen empresarial en este sentido no es buena y por ende deben tomarse acciones claras y decididas para cambiarla si se quiere acceder a los beneficios que esta imagen podría representar.

Pregunta 2: Exceptuando al grupo etario de 18 a 20 años, los resultados muestran una tendencia clara en la disminución del consumo de azúcar. Más aún, se observa que en los casos minoritarios donde se expresa un aumento del consumo, este disminuye en proporción al moverse hacia grupos etarios de mayor edad, los cuales suelen ser más conscientes y preocupados por su salud. Esto parecería confirmar las tendencias internacionales a la disminución en el consumo de azúcar por motivos de salud.

Pregunta 3: Una clara mayoría, en todos los rangos etarios, parecería confirmar la tendencia internacional a pagar más, por un producto cuyo valor agregado represente un menor impacto ambiental generado por su producción. Esta elección, más allá de la desviación que se puede dar en la práctica, por la denominada *attitute-behavior gap* o brecha actitudinal-comportamental, pareciera confirmar, a nivel local, las tendencias internacionales (Delmas & Burbano, 2011).

Pregunta 4: Esta pregunta busca averiguar el nivel de afectación de la crisis de provisión energética a la que se enfrenta la provincia de Tucumán, ya que los encuestados se encuentran en diferentes puntos de la provincia. De los resultados, y considerando que 5 cortes de energía eléctrica al año son un número considerable por afectar no solo la salud y bienestar de los tucumanos en general, sino también por las pérdidas económicas que este problema genera. Se puede observar que la gran mayoría de los encuestados expresa haber experimentado más que

ese número de cortes de suministro, evidenciando un gran problema en cuanto a la provisión de este servicio.

Pregunta 5: Esta pregunta busca conocer la opinión del público respecto del CC, el cual es un problema directamente relacionado con este trabajo. La tendencia fue clara en cuanto a que el CC es un problema grave, motivo por el cual una empresa o producto que incluya acciones para su mitigación podría gozar de una buena reputación en el público tucumano, tal como se vio para el público internacional.

Pregunta 6: Esta pregunta está directamente ligada con la Pregunta 5 y parecería confirmar las ventajas de una buena imagen empresarial en cuanto al impacto ambiental de su producción, ya que la gran mayoría de los encuestados expresó una opinión que sería beneficiosa para empresas con menor impacto ambiental en sus productos.

Otro resultado importante que puede extraerse de este trabajo, luego de haber realizado las entrevistas a expertos en áreas relacionadas con este estudio, es que los mismos coincidieron en varios puntos clave que ponen de relieve la necesidad de seguir estudiando el tema propuesto en el presente análisis, por su gran potencial y las necesidades que existen en la provincia de Tucumán.

Estos puntos de coincidencia importantes, fueron:

- Una falta de políticas claras que favorezcan la generación de bioenergía a partir de RAC, (P. Ballesteros, comunicación personal, 18 de enero de 2022; M. Golato, comunicación personal, 4 de febrero de 2022; S. Paz Brül, comunicación personal, 5 de marzo de 2022).
- La gran incidencia de problemas en el suministro eléctrico que enfrenta la provincia de Tucumán (M. Garmendia, comunicación personal, 13 de enero de 2022; S. Paz Brül, comunicación personal, 5 de marzo de 2022).

- La potencialidad de la bioenergía como fuente alternativa de ingresos para los ingenios azucareros, además de como una herramienta para la mitigación del cambio climático y los problemas ambientales de Tucumán (P. Ballesteros, comunicación personal, 18 de enero de 2022; M. Garmendia, comunicación personal, 13 de enero de 2022; M. Golato, comunicación personal, 4 de febrero de 2022; S. Paz Brül, comunicación personal, 5 de marzo de 2022).
- La necesidad de adoptar modelos productivos más sustentables (M. Garmendia, comunicación personal, 13 de enero de 2022; S. Paz Brül, comunicación personal, 5 de marzo de 2022; M. Rodriguez, comunicación personal, 10 de febrero de 2022).

Por último, otro aspecto que emerge del estudio, y que es de gran relevancia para la administración de los ingenios, es que existen grandes cantidades de recursos económicos desperdiciados por una mala gestión ambiental, en concepto de energía no aprovechada bajo la forma de biomasa que se quema en los campos y el dinero que se paga en multas que se imponen a los ingenios por no cumplir con la normativa ambiental vigente (A. Fermoselle, comunicación personal, 8 de marzo de 2022; Golato, 2017). Estos problemas, bien gestionados, podrían reportar grandes beneficios en el mediano y largo plazo tanto en la generación de un producto de gran utilidad y de gran demanda para la sociedad, como es la adopción de un modelo productivo sustentable que permita mayor aceptación de los productos generados por ingenios azucareros, tanto en los mercados locales como en los internacionales.

Conclusiones

En base al estudio realizado, y considerando los aspectos evaluados, se concluye lo siguiente:

- 1- La propuesta de generación distribuida de energía a partir de RAC resulta interesante además de necesaria y las opciones técnicas disponibles son prometedoras, además de existir una gran disponibilidad de la materia prima necesaria. Esta materia prima, proviene de la actividad azucarera tucumana, como se observa actualmente, su falta de aprovechamiento, genera grandes problemáticas sociales y ambientales en la provincia. El trabajo realizado, además, muestra que la intervención del Estado en la promoción de la actividad es clave para el desarrollo pleno de esta alternativa.
- 2- El análisis del entorno para la generación de bioenergía a partir de RAC, luego de analizar las matrices FODA y PESTEL para el entorno provincial, y habiendo evaluado la situación internacional, en cuanto a los precios de los productos generados por los ingenios, se concluye que el entorno es favorable para la propuesta que se realiza en este trabajo. Esta conclusión, se basa en la creciente demanda de energía, relacionada con el cambio tecnológico mundial, la cual, además, presenta exigencias cada vez mayores para ser obtenidas, por técnicas bajas en emisiones de carbono.
- 3- Los beneficios que pueden obtener los ingenios azucareros al generar bioenergía a partir de RAC, serían considerables en el mediano y largo plazo, si se considera la disminución en costos de energía para la producción, y la nueva fuente de ingresos, a partir de la venta de energía al distribuidor. Esta nueva fuente de ingresos, podría ser una alternativa interesante para los ingenios, debido a que el nuevo producto,

presenta una demanda creciente y precios en alza. Asimismo, la adopción de esta alternativa, disminuiría los efectos negativos sobre la sociedad y se generarán nuevas posibilidades de negocios en mercados con altas exigencias.

4- En cuanto a algunos aspectos técnicos y empresariales de la producción de bioenergía a partir de RAC, se concluye que es de importancia clave, establecer mecanismos logísticos circunscriptos a los límites geográficos de rentabilidad. También es clave, la utilización de equipamientos eficientes que hagan económicamente viable la recolección y utilización de RAC en cuanto a costos de flete y lugar de utilización, ya sea para la producción de bioenergía por gasificación o por combustión. Para esto la estrategia de instalación de plantas modulares parecería una alternativa viable.

5- En cuanto a la estrategia que deberían adoptar los ingenios azucareros para mejorar sus beneficios, se concluye que, debido a la virtual imposibilidad de competir con industrias azucareras como las de Brasil, con producciones de azúcar mucho mayores y más eficientes, además de las malas perspectivas que existen para este mercado, se hace necesario buscar alternativas de diferenciación, mediante el giro hacia modalidades de producción más sustentables y con impacto socio-ambiental positivo.

Es clave en este sentido, que para alcanzar la diferenciación que se busca, se necesita una mejora en la reputación empresarial mediante acciones concretas, como establecer controles internos y externos de desempeño.

6- Por último, tomando en consideración el mercado tucumano, la producción de bioenergía a partir de RAC no solo generaría disminución de costos para los ingenios, sino que generaría un impacto positivo ante la demanda social de energía eléctrica y mejores condiciones ambientales. Estas acciones, podrían incentivar

medidas políticas que lleven a la creación un círculo virtuoso de beneficios económicos y sociales para la sociedad tucumana y los ingenios azucareros.

El éxito de esta propuesta, daría la posibilidad de poder extender la misma, más allá de las fronteras provinciales, con beneficios de gran importancia para la región.

Anexo

Entrevistas a expertos

Ing. Mariano Garmendia – Ex Secretario de Control y Gestión del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán – Actual presidente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

- 1- ¿Percibe desde su posición, un cambio en las empresas azucareras (ingenios) hacia una mayor sustentabilidad de sus actividades y la modernización? ¿Crees que es necesario este cambio?

“...Por supuesto que es necesario, no es viable la continuidad de una industria ineficiente y de alto impacto. Yo observo un cambio en esta tendencia, desde 2003, no solo por iniciativa propia, sino porque la ciudadanía y por ende los potenciales consumidores, aumentaron sus exigencias y presiones hacia la industria para mejorar su actividad en cuanto al menor impacto ambiental y la mayor sustentabilidad. En este sentido, la producción de bioetanol, en la cual se viene dando un crecimiento sostenido y significativo, tiene gran importancia, así como la posibilidad que se está evaluando, de quemar vinaza para producir energía, son dos alternativas nacidas de esta nueva visión y que prometen mejoras en cuanto al impacto ambiental de la actividad azucarera...”

- 2- ¿Es una política de estado, la promoción de la generación distribuida de energía eléctrica y la generación de bioenergía a partir de subproductos de caña?

“...Si bien todavía no tomó la forma de una política de estado, es una línea de políticas que va creciendo en base a la toma de modelos externos, a pesar de que todavía no se puede decir que el estado tenga un rol completamente activo en el asunto...” “...En este sentido, se viene generando legislación, pero todavía no hay un gran acatamiento a la generación

distribuida de energía que permita o empuje a tomar políticas más en línea con lo que sería una política de estado...”

3- ¿Existen planes de fomento, desde el estado en cuanto a financiamiento o beneficios tributarios para las empresas que generen bioenergía?

“...Existen planes en los cuales se financia la consultoría para la mejora de la eficiencia energética en la industria, además de convenios con organismos como el CFI (Consejo Federal de Inversiones) que pueden financiar las mejoras necesarias en este campo, los cuales no se están utilizando en su totalidad en la actualidad...” “...Existe en Tucumán, un grupo de 30 personas capacitadas por la Universidad tecnológica, que están habilitados para llevar a cabo esta consultoría, pero todavía no se está adoptando con la fuerza que quisieramos...”

4- ¿Hay proyectos de ley impulsados por ejecutivo que promuevan la generación de bioenergía?

“...Además de la ley de biocombustibles, está la ley de generación distribuida y otras propuestas que buscan impulsar el uso de movilidad eléctrica y producción limpia, como también gestiones del ministerio de desarrollo productivo muy fuertes en cuanto a la incorporación de vehículos con motores *flex* en la provincia que permitan usar el bioetanol como combustible...”

5- ¿Ve desde el gobierno, a la producción de energía con un potencial estratégico para el crecimiento de la provincia?

“...Si, totalmente, no se puede plantear ningún tipo de planes de mitigación y adaptación al cambio climático, si no se tiene esta visión...”

- 6- ¿En cuanto al transporte de energía eléctrica, existe un coste que afronte el estado, en cuanto a infraestructura o la inversión es de la empresa que tiene la concesión para el servicio?

“...La mayor inversión en este sentido, es la del estado. Existe un fondo provincial de inversiones que se cobra en la factura eléctrica del ciudadano y fondos nacionales, los cuales son utilizados para costear toda la infraestructura de transporte de energía eléctrica. Solo el mantenimiento se lleva a cabo por el adjudicatario de la concesión...” “... El contrato de concesión obliga a los concesionarios a mantener la infraestructura, pero no a realizar inversiones para la mejora de esta red y estas empresas solo invierten creen que esto les puede ser rentable...”

- 7- ¿Existen planes presentados por las empresas azucareras en donde se contemple la generación distribuida o bien, la ampliación en la capacidad de generación de bioenergía en cuanto a RAC?

“...No, en cuanto a RAC no existen iniciativas en este momento, ya que este subproducto presenta un problema logístico grande en cuanto a los costos. Los cual puede hacer más atractiva la utilización en el campo. Además, presenta el problema de que el acopio de este subproducto puede generar problemas de seguridad difíciles de manejar, debido a la inflamabilidad del mismo...”

Ing. Santiago Paz Briühl – Coordinador de Proyecto Energético con Pluspetrol S.A. para el uso de biomasa en Tucumán – Asesor Titular Energy Resources SPB para el sector sucroenergético.

- 1- ¿Cuáles son, desde su punto de vista, las expectativas para una posible implementación del RAC como fuente de bioenergía en la provincia?

“... En primer lugar, es importante aclarar que los ingenios, haciendo bien los deberes, pueden tener un excedente del 40% en bagazo, el cual puede ser utilizado para generar energía eléctrica. Por lo tanto, la lógica indicaría que en primer lugar se debe apuntar a la generación a partir de esa fuente, ya que la misma presenta un gran potencial en cuanto a una amplia gama de posibilidad de generación para las cuales no están dadas las condiciones en el país, pero la tecnología existe y está disponible...” “...Hoy por hoy, los ingenios tienen otros desafíos, como mejorar la retención de azúcares en su proceso, lo cual puede ser mucho más rentable que una inversión en generación de energía, ya que si se hace un análisis, esto puede tener un período de repago mucho menor que un proyecto energético...” “...En cuanto al RAC, si bien representa solo un tercio del potencial energético de la caña de azúcar, presenta ciertas ventajas respecto del bagazo, por ejemplo en cuanto al tiempo de almacenamiento. Esto se debe a que su menor porcentaje de humedad le permite un mayor tiempo de vida en condiciones de almacenamiento, pudiendo extender el tiempo de uso bastante más allá del tiempo de zafra (cosa que no sucede con el bagazo) y por ende optimizar una potencial inversión...”

2- ¿Existe alguna alternativa en estudio, en la que se busque solucionar el problema logístico relacionado con el uso del RAC como materia prima para la generación de bioenergía?

“...Existe a nivel mundial algunos ensayos con buenos resultados en donde se trabajó con otros residuos de cosecha, con una capacidad de entre 30 y 50 Mw, siendo los de mejor resultado los 30 Mw por el radio de recolección de combustible que requieren. En este caso, es muy interesante plantear la generación distribuida a partir de biomasa, ya que la misma se genera cerca de los lugares con demanda energética. Esto no sucede en el caso de la generación de energía solar o eólica las cuales normalmente se generan en puntos muy alejados del consumidor y por ende requiere de enormes inversiones en infraestructura de conducción...”

“...Cabe mencionar, que en la provincia de Tucumán, existen déficit concretos en el suministro

eléctrico, el cual quedó en evidencia con los cortes ocurridos en diciembre de 2021, donde gran parte del gran San Miguel de Tucumán quedó sin energía, ya que hay muchas líneas que se encuentran al límite de su capacidad y esto genera este tipo de problemas, mostrando la gran presión que existe sobre el suministro hoy en día. En este sentido, un esquema de plantas modulares generando en forma distribuida, podría disminuir la presión sobre el sistema y solucionar muchos problemas...”

3- ¿Cuál cree que es la posición del estado en cuanto a la generación distribuida de bioenergía mediante RAC y cuál cree que debería ser esta posición?

“... El principal inconveniente desde el punto de vista de la postura que toma el Estado en cuanto a los proyectos de generación renovable, es la filosofía mediante la cual se analiza el proyecto, ya que se prima el costo de generación en el punto de inyección de energía. En ese caso, los costos son más favorables para la energía solar y eólica, pero este tipo de energía presenta el gran problema de la intermitencia y que no están disponibles cuando hay mayor demanda. Esto genera ineficiencias y mayores costos cuando se hace un balance general, ya que ante la necesidad inmediata de suministro, se deben poner en marcha generadores mucho menos eficientes y costosos, lo cual no sucede con la bioenergía, que no presenta estacionalidad ni intermitencia en el suministro, en caso de estar bien gestionada y puede generarse durante todo el día y todo el año...”

4- ¿Suponiendo que mejoren las condiciones externas en cuanto a la política de estado, usted ve a los ingenios con el potencial de entrar en el negocio de la energía, incorporando como valor agregado el impacto social y ambiental positivo de disminuir emisiones y mitigar problemas ambientales en la provincia de Tucumán?

“... El mayor problema ambiental en Tucumán, y que es sufrido por la mayoría de los tucumanos, es la quema de cañaverales, y si bien hoy en día se está cosechando más del 25%

de la caña en verde, el RAC queda en el campo y una gran proporción de este termina quemándose en el campo cuando las condiciones climáticas están dadas. En este sentido, el retiro y la utilización de RAC para generación de energía, tendría un impacto ambiental positivo de gran importancia...” “...Por otro lado, tenemos las exigencias mundiales asumidas por Argentina en el marco de los acuerdos para la mitigación del cambio climático y en el cual nuestro país se comprometió a la “carbono neutralidad” para 2050. Para esto, la utilización del RAC como fuente de bioenergía, tanto para generación de etanol de segunda generación o bioelectricidad presenta un gran potencial muy positivo por las externalidades positivas que generaría...” “...Por todo esto, veo que las políticas nacionales, si bien hoy por hoy siguen primando las privilegiando en primer lugar a las fuentes fósiles, y en cuanto a las renovables, a la energía solar y eólica, las limitaciones y presiones que surgirán de estas políticas pueden generar un giro hacia la bioenergía por ser más costo-eficientes en un país que presenta un 50% de pobres y que no puede afrontar las enormes inversiones que requieren las renovables como solar y eólica para encarar un cambio en la matriz energética...”

Ing. Pedro Ballesteros – Responsable de Medio Ambiente – Complejo Azucarero Concepción S.A. e Ingenio Marapa.

1- ¿Cree que los ingenios tucumanos, tienen planeada en el mediano plazo, cambios profundos, tendientes a una actividad más sustentable?

“...Yo creería que cambios no se planifican cambios profundos, esto se debe, en mi opinión, a que el proceso de extracción del azúcar data de hace aproximadamente 800 años, y que el método de extracción no presenta cambios físicos, sino que se realizaron cambios en las maquinarias, los cuales aun así presentan diseños de hace 150 años aproximadamente y que sólo presentan cambios en materiales y algunas variaciones en modelos que permiten una mayor eficiencia en el proceso.”...“ Por otra parte, y en cuanto a la sustentabilidad del proyecto, si analizamos el aspecto social de la industria azucarera, se puede ver que el ingenio siempre fue un polo de desarrollo para la población tucumana, impulsando el progreso de ciudades como la Banda del Río Salí, donde se sitúa el ingenio Concepción. En este sentido, el ingenio

siempre tuvo un rol social muy activo y su intervención social consistió en construcción de escuelas para la población, casas para los obreros y hasta hospitales”...”Reconozco por otro lado, que el aspecto ambiental tiene mucho por mejorar en los ingenios tucumanos, pero creo si bien no cuento en este momento con los números exactos, que la actividad azucarera cuenta con un balance de carbono negativo, además las acciones del ingenio en el aspecto ambiental no se limitan al control de las emisiones, sino que existen múltiples campos de acción. Por ejemplo, nosotros producimos abono en la compostera, por compostaje de cachaza con algo de ceniza y muy baja proporción de vinaza, sobre la cual nos encontramos realizando ensayos para aumentar su uso...”

2- ¿Cree que la producción de bioenergía a partir de biomasa, puede ser una alternativa productiva interesante para los ingenios azucareros de Tucumán?

“...Si, ya vendemos el alcohol que se utiliza en el corte de las naftas, y lo más interesante, algo interesante que quería comentarte, es que, a partir de este año, se empezará a construir una estación que permita inyectar energía eléctrica excedente al sistema interconectado nacional. Con esto se busca que toda la azúcar producida en el ingenio Marapa sea de origen renovable, no fósil. Asimismo, el ingenio Concepción ya se encuentra hace algunos años, enfardando el RAC para utilizarlo en las calderas, mezclado con bagazo para evitar los problemas que presentan los restos minerales contenidos en este subproducto. En este aspecto, cabe aclarar que en estos días estará llegando una máquina chipeadora que permita mejorar el estado de agregación del RAC, para ser utilizado de manera más eficiente...”

3- ¿Se encuentra identificada, por parte del ingenio una posible disminución en la demanda de azúcar, en línea con las políticas que están emergiendo a nivel internacional de desincentivar el consumo de azúcar, además de la creciente preocupación del público respecto de los efectos en la salud del consumo de este producto?

“...Nosotros no identificamos una disminución de la demanda, pero sí una fluctuación muy marcada en el precio del azúcar. Lo que, si se observan, son problemas en la producción de azúcar, ya que su proceso de producción, involucra numerosas operaciones unitarias que incorporan costos al producto y el precio se encuentra muy regulado. En este sentido, si comparamos, por ejemplo, con la yerba que es un producto complementario, y que no involucra tantas operaciones, la misma presenta un precio de mercado mucho más elevado que el azúcar...” “...Esta situación, está generando, que se vea con buenos ojos a la fabricación de

alcohol y la exportación de azúcar crudo, que en la actualidad es muy demandado en otros mercados...”

4- ¿Existen planes de disminución en las emisiones de carbono?

Ing. P.B.: “...Te cuento un poco más sobre esto, nosotros, con la inauguración de una caldera nueva, hemos disminuido el consumo de gas, de 29 millones de metros cúbicos de gas a solo 12 millones de metros cúbicos, pero eso, respondiendo a tu pregunta, si hay planes en este sentido. Además, vos sabes que el mundo está mostrando una tendencia a la electrificación de los automotores, no así de la planta motriz pesada, pero no es descabellado pensar que este tipo de maquinarias puedan ser abastecidas en un futuro cercano con nuestro propio combustible y así disminuir aún más las emisiones, ya que las cantidades de gasoil que se consumen hoy en toda la cadena de valor del ingenio, es más que considerable” ...” Por último, en cuanto a la disminución en el uso de fertilizantes, que son una fuente importante de emisiones de GEI, la producción del ingenio es más que considerable en lo que respecta al abono derivado de la producción, motivo por el cual consideramos que estamos realizando una acción significativa en este campo...”

5- ¿Existe la idea de convertir a los ingenios azucareros en usinas alternativas para la producción de energía, entendiendo que esto puede generar un triple impacto económico, social y ambiental, en cuanto a la disminución de las emisiones netas de carbono y por ende a la mitigación del cambio climático, a la vez que brinda mayor accesibilidad a un servicio estable de energía eléctrica y genera fuentes de trabajo?

“...Acá debo decirte que para que esto sea una alternativa viable, es necesario que existan políticas estratégicas serias y sostenidas en el tiempo, que no estén sujetas a la línea política, sino que sea una política estratégica que dé estabilidad y credibilidad al sector, ya que inversiones de este tipo, necesitan de la llegada de préstamos que no llegan por la incertidumbre que se genera...”

6- ¿Cuál cree que sería el principal problema a resolver en la utilización de RAC como materia prima para la producción de bioenergía?

“... Los temas claves a resolver son el costo del flete por un lado y la eficiencia de las calderas por el otro. En cuanto a las calderas, cabe mencionar que las mismas son obsoletas en la actualidad y, eso genera grandes costos por ineficiencia, lo cual me lleva nuevamente a la necesidad de acceder a préstamos en dólares que permitan mejorar esta tecnología...”

Tec. Matías Omar Rodríguez – Jefe de Seguridad y Medio Ambiente – Cervecería y Maltería Quilmes S.A.I.C.A. y G.

1- ¿Existe en la empresa en donde te desempeñas un plan de sustentabilidad de sus actividades?

“...Si, nuestra empresa posee una política de calidad que involucra toda su cadena de valor, y por ello, somos muy exigentes en cuanto al cumplimiento de la normativa ambiental, así como en la elección de nuestros proveedores, ya que debemos cumplir estándares internacionales...”

2- ¿Cuáles son las exigencias de la empresa en donde te desempeñas en cuanto a la responsabilidad social empresarial?

“... Nuestra empresa toma muy en serio el impacto social de sus actividades, tanto desde la óptica de nuestro empleados y colaboradores externos, cuidando su seguridad y condiciones de trabajo, hasta el impacto que nuestra actividad puede generar en el ambiente y en la sociedad, buscando siempre la mejora continua de nuestras actividades a través de mecanismos de control y programas de mejora continua en línea con las certificaciones con que cuenta la empresa...”

3- ¿Se identificó, desde la empresa en donde te desempeñas, una disminución en la demanda de azúcar?

“... No, desde nuestra empresa no identificamos una disminución significativa en la demanda de azúcar, pero sí un aumento en las exigencias de los clientes en cuanto a temas ambientales relacionados a todo el proceso productivo...”

4- ¿La empresa en la que te desempeñas, compra azúcar u otro producto de ingenios tucumanos?

“... No, nuestra empresa se abastece de azúcar desde el ingenio Ledesma...”

Ing. Marcos Golato – Mg. Ingeniería Bioenergética – Supervisor en ensayos y Mediciones Industriales en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.

1- ¿Cuáles son las perspectivas del aprovechamiento de RAC como fuente de bioenergía en Tucumán?

“...Nosotros trabajamos en dos planes de producción de bioenergía a partir de RAC, uno de ellos apuntado a los ensayos sobre la utilización del RAC en calderas de vapor, o sea como combustible de uso directo en las calderas, contemplando aspectos técnicos y económicos, así como balances de carbono, ya que muchas tareas necesarias para el uso del RAC, requieren el uso de combustibles fósiles. El otro plan, está apuntado a una alternativa que es la producción de un gas por un proceso de gasificación del RAC. En este proceso se obtiene un gas pobre, de menor rendimiento que el gas natural, pero el cual, contemplando la gran cantidad de RAC que se deja en los campos puede ser rentable en su uso, ya que esa materia prima no tiene un uso, actualmente y se quema en los campos con mucha frecuencia...”

2- En cuanto a las alternativas de gasificación por un lado y de utilización de RAC como combustible de calderas por el otro, y según tu experiencia y estudios realizados en el área ¿Cuál es más rentable?

“...Son dos tecnologías totalmente distintas, en la combustión, para aprovechar el RAC, los costos principales, son las maquinarias para recolectar y enfardar el material, luego aparecen los gastos logísticos de transporte hacia los ingenios y por último, la incorporación de equipamiento que permita desarmar los fardos e incorporarlos en la línea de alimentación de las calderas en los ingenios. Por lo cual, la inversión fuerte para el uso de RAC se hace en la etapa “agrícola” mayormente. Por otro lado, cuando hablamos de gasificación, son otro tipo

de inversiones que incluyen diseño y montaje de un reactor para la gasificación, además de la parte “agrícola” antes mencionada. Ahora, lo que se está viendo en nuestra investigación, es que hay dos posibilidades interesantes, de las cuales, una es la utilización plantas modulares más pequeñas, en donde el gas se genere y utilice en el campo; y la otra es que el reactor se encuentre directamente en el ingenio, donde la generación del gas pobre se acoplaría al suministro de gas de las calderas, con la intención de reemplazar al gas natural que representa un costo significativo para los ingenios...”

3- En el caso de los plantas modulares ¿Cuál sería el papel del ingenio en la generación y cual su beneficio?

“... Yo creo que el ingenio debería ser el encargado de la operación y mantenimiento de la planta modular de generación. Tomando estas plantas como un accesorio a las calderas, ya que, de otra forma, el productor debería incurrir en gastos de capacitación de personal para el manejo de los reactores que no son fáciles de operar...” “...Otra alternativa, es tercerizar la operación de estas plantas modulares que sean pagadas al ingenio con gas o con dinero, de modo que se genere un ingreso para el ingenio”

4- En cuanto a los costos de inversión necesarios para las dos alternativas planteadas ¿Cuál es la alternativa más costosa en cuanto a su implementación?

“... Eso todavía se está estudiando, ya que existen muchas alternativas para la utilización de la gasificación como fuente de energía y dependerá de la alternativa que se use, los costos en los que se incurra para la generación...” “... Como conclusión, me gustaría agregar, que el RAC tiene un gran potencial como biocombustible, debido a su gran potencial calorífico y su baja humedad. El único problema que tiene, es que al contener mayor cantidad de cenizas que el bagazo, requiere inversiones en calderas para evitar problemas en esta combustión. Además, un dato importante a tener en cuenta es que el RAC es rentable solo para

empresas que son dueñas del RAC y con recolección del mismo hasta un radio de 40 km en cuanto al centro de generación de energía...” “...Otra conclusión a la que llegamos con el grupo de trabajo, es que en calderas convencionales, el uso del RAC como combustible, para evitar problemas en caldera es de hasta un 15%, ya que de otra forma pueden generarse deposiciones sobre los tubos de caldera que lleve a disminuir la eficiencia de las calderas...”

5- ¿Cuál crees que es el rol que debe tener el Estado en la generación de bioenergía a partir de RAC, ya sea por gasificación o por combustión directa en calderas?

“...Siempre la intervención del Estado es fundamental, para que las empresas logren tener herramientas que les permita ser efectivas a la hora de utilizar este tipo de tecnologías. En este sentido, se viene dando una mayor presencia del Estado, con planes como RENOVAR, al cual hubo un acatamiento amplio, por lo cual, sería interesante una continuidad en políticas de este tipo...”

Abog. Alexia Fermoselle – Encargada de Servicio Jurídico en la Dirección de Fiscalización Ambiental de la Provincia de Tucumán.

1- ¿Cuál es el marco legal en cuanto al desempeño ambiental que deben respetar las empresas en la provincia de Tucumán y cuáles son los costos que debe afrontar una empresa en caso de no cumplimentar con la legislación vigente?

“...La legislación de la provincia contempla diferentes aspectos del posible impacto ambiental que presenten las actividades productivas. En este sentido, existe legislación que regula la generación de efluentes líquidos y gaseosos, así como la disposición de residuos sólidos urbanos y la quema de biomasa...”

“...Las legislaciones más importantes en este sentido, son: La Ley de Defensa, conservación y mejoramiento del medio ambiente N°6253. Esta es la principal ley ambiental a

nivel provincial y establece los lineamientos provinciales en cuanto a la conservación ambiental y derecho a un ambiente sano. Los artículos más relevantes de esta ley, son:

Artículo 1º: El objetivo de la presente ley es el racional funcionamiento de los ecosistemas humanos -urbano y agropecuario- y natural, mediante una regulación dinámica del ambiente, armonizando las interrelaciones de naturaleza - desarrollo - cultura, en todo el territorio de la Provincia de Tucumán.

Artículo 10º: Queda prohibido a toda persona, individual o titular responsable de plantas, instalaciones de producción o servicio, realizar volcamientos de efluentes contaminantes a las masas superficiales y subterránea de agua, descargas, inyección e infiltración de efluentes contaminantes a los suelos, o hicieren emisiones o descargas de efluentes contaminantes a la atmósfera, que produzcan o pudieren producir en el corto, mediano y largo plazo una degradación irreversible, corregible o incipiente, que afecte en forma directa o indirecta la calidad y equilibrio de los ecosistemas humano y natural.

La ley anteriormente mencionada se encuentra reglamentada por el Decreto 1955/9 que tiene por objeto regular las infracciones a la Ley N°6.253 y sus normas complementarias y/o modificatorias, las sanciones respectivas, y el procedimiento administrativo para su imposición...”

“... En cuanto a la autoridad de aplicación que entiende en la mayoría de los temas ambientales de la Provincia de Tucumán es la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, de la cual dependen la Dirección de Medio Ambiente, de Minería, de Fiscalización Ambiental, de Monitoreo y Laboratorio Ambiental...”

“...Particularmente, la Dirección de Fiscalización Ambiental a la cuál pertenezco, es la autoridad competente para fiscalizar, investigar y sancionar los hechos que se encuadren en las infracciones contenidas en el Titulo III del Decreto Reglamentario 1955/9 (volcamiento,

descarga, inyección, infiltración, y/o emisión de efluentes contaminantes a las masas subterráneas y superficiales de agua, a los suelos o a la atmósfera; quema de vegetación y recepción de caña quemada), dichas facultades son conferidas por Decreto Acuerdo 60/9 (MDP) del 11/08/08 y Decreto N°2523/9 (MDP) del 14/08/08...”

“...Respecto a efluentes líquidos, la Ley 6.253 en su Art 10, establece que: “Queda prohibido a toda persona, individual o titular responsable de plantas, instalaciones de producción o servicio, realizar volcamientos de efluentes contaminantes a las masas superficiales y subterráneas de agua, descargas, inyección e infiltración de efluentes contaminantes a los suelos, o emisiones o descargas de efluentes contaminantes a la atmósfera, que produzcan o pudieren producir en el corto, mediano y largo plazo una degradación irreversible, corregible o incipiente, que afecte en forma directa o indirecta la calidad y equilibrio de los ecosistemas humano y natural.” El Decreto 1955/9 reglamentario de la Ley 6253 en su Art. 12° prevé las infracciones a la Ley N°6.253 sus normas complementarias:

1. Volcar, descargar, inyectar, o infiltrar efluentes líquidos o semilíquidos contaminantes a masas superficiales de agua o a los suelos, o a cualquier otro cuerpo receptor no autorizado por las autoridades competentes.

2. Emitir efluentes gaseosos contaminantes. Sólo aplicable a fuentes fijas.

3. Generar y/o acumular sustancias o residuos que emitan olores desagradables, irritantes o nauseabundos y que afecten el confort o el bienestar de la población cercana.

4. Falta de inscripción o inscripción tardía en el Registro de Efluentes.

5. Falta de presentación del proyecto de sistema de tratamiento de efluentes líquidos, semi líquidos o gaseosos.

6. Incumplimiento, o cumplimiento tardío de las obras o acciones incluidas en el proyecto de tratamiento de efluentes líquidos, semi líquidos o gaseosos.

7. Falta de realización y/o presentación de monitoreo periódico.

8. Declarar en forma falaz, o deliberadamente engañosa, u ocultar maliciosamente datos requeridos por la Autoridad de Aplicación cuya presentación sea legalmente obligatoria.

9. Falta de cámara de extracción de muestras y sistema de medición de caudales de efluentes líquidos instalados en lugar de fácil acceso después de la planta o sistema de tratamiento”. Además, contiene las sanciones correspondientes al incumplimiento de la normativa vigente. A su vez la Res 030 (SEMA) “ARTÍCULO 1º.- Prohibir en todo el territorio de la Provincia, la descarga de líquidos y/o sólidos residuales que puedan causar degradación o alteración del ambiente; afectar a los bienes de la comunidad, la salud humana, o alterar la flora y la fauna natural del curso de agua donde se vuelcan.-“, “ARTÍCULO 4º.- Los líquidos residuales podrán ser descargados a cursos de agua, canales (pluviales, de riego), acequias, lagos, lagunas o terrenos de dominio público o privado, cuando alcancen los niveles de calidad fijados en el Anexo I. ARTÍCULO 5º.- Las empresas que administran y/o generan líquidos y/o sólidos residuales del proceso, sometidos o no a sistemas de tratamiento, y que aún no se encontraren inscriptas, deberán dentro de los sesenta (60) días contados a partir de la fecha de publicación de la presente Resolución, solicitar a la Dirección de Fiscalización Ambiental la inscripción en el Registro de Efluentes. En dicha solicitud se consignarán los datos que figuran en el Anexo II, III y IV. Se acompañará con copia del informe de Laboratorio oficial o privado certificado que realizó los análisis de caracterización del efluente, y copia del recibo de pago de los derechos correspondientes. ARTÍCULO 7º.- Los permisos de vuelco tendrán carácter provisorio y con término de validez, y serán otorgados en el caso de que el efluente cumpla con las características establecidas en el Anexo I, quedando a criterio de la Dirección de

Fiscalización Ambiental, el análisis de casos puntuales de excepción. Las renovaciones deberán ser solicitadas por el interesado y concedidas si las condiciones no se han modificado en perjuicio del cuerpo receptor o del ambiente.”

“... Por otro lado, en cuanto a efluentes gaseosos, la Ley 6.253 en su Art 10 establece que: “Queda prohibido a toda persona, individual o titular responsable de plantas, instalaciones de producción o servicio producir emisiones o descargas de efluentes contaminantes a la atmósfera, que produzcan o pudieren producir en el corto, mediano y largo plazo una degradación irreversible, corregible o incipiente, que afecte en forma directa o indirecta la calidad y equilibrio de los ecosistemas humano y natural.” Decreto 1955/9 reglamentario de la Ley 6253, Art. 12° prevé las infracciones a la Ley N°6.253 sus normas complementarias, emitir efluentes gaseosos contaminantes. Sólo aplicable a fuentes fijas...”

“... Además, en cuanto a la Ley 7460, sobre ingenios azucareros Ingenios azucareros, esta ley establece el marco para la prevención de la contaminación atmosférica, mediante la instalación de dispositivos para tal fin: En este sentido, el decreto 1610/3 MP, Artículo 5°, establece anualmente los ingenios azucareros deberán presentar ante la Dirección de Medio Ambiente, con una antelación de diez (10) días hábiles a la fecha de inicio de zafra, una Declaración Jurada utilizando el formulario del Anexo II. Además, deberán indicar: a) Fecha de inicio de la zafra, b) Número e identificación de las calderas que se pondrán en funcionamiento durante la zafra, y tipo de combustible a utilizar. A los quince (15) días corridos de la fecha de inicio de la zafra y cada sesenta (60) días corridos hasta su finalización, deberán presentar informes de medición de material particulado total y PM₁₀ acompañados de copia de los análisis correspondientes. En caso de no ser notificada la fecha de inicio de la zafra, se presume que ésta comienza el 1 ° de junio de cada año...”

“...Por último, realizando una revisión de las actuaciones realizadas por la Dirección de Fiscalización Ambiental para el año 2021 y teniendo en cuenta que los caminos administrativos, así como las variaciones impuestas por las legislaciones correspondientes en cuanto a montos, puede estimarse que el año pasado se establecieron multas para ingenios por una suma de aproximadamente \$20.000.000. En este sentido, es clave aclarar que esta suma representa un estimativo en cuanto a los montos que se establecen en diferentes situaciones y caminos administrativos, no representando bajo ningún punto de vista una declaración oficial de la Dirección de Fiscalización Ambiental, sino únicamente una aproximación realizada en base a los procesos realizados y experiencia en el tema. Por último, cabe aclarar que también se realizaron 3 clausuras a diferentes establecimientos, para los cuales debe realizarse un estudio más pormenorizado si se quieren calcular costos del tiempo de inactividad de las empresas...”

Bibliografía

- Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2(1), 133-140. <https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6>
- Aparicio, C. G. M., Navarrete Torres, M. del C., Sanchez Rosado, O. B., & Martinez Prats, G. (2014). *IMPORTANCIA DE LA SOSTENIBILIDAD Y RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA EN LAS EMPRESAS SUSTENTABLES*. 10.
- Aranda Usón, A., & Sabalza Bibrián, I. (2010). *Ecodiseño y análisis de ciclo de vida*. Pressas universitarias de Zaragoza.
- Argentina precios de la electricidad, junio 2021*. (2021). GlobalPetrolPrices.com. https://es.globalpetrolprices.com/Argentina/electricity_prices/
- Ballesteros, P. (2022, enero 18). *Análisis de situación en un ingenio azucarero—Caso del Ingenio Concepción* [Google Meet].
- Barreiro, E. (2009). *La complejidad del negocio de energías alternativas en la Argentina*. 7.
- Bonacia, A., & Danon, A. (2012). Informe socioeconómico productivo de Tucumán. *Proyecto Institucional de la Facultad Regional tucuman*. http://www.frt.utn.edu.ar/pif/PIF_Informe_Socioeconomico.pdf
- Brambila-Paz, J., Martinez-Damián, M., Rojas-Rojas, M., & Pérez-Carecedo, V. (2013). La bioeconomía, las biorrefinerías y las opciones reales: El caso del bioetanol y el azúcar. *Agrociencia*, 47(3), 281-292.
- Cabello, G. (2014). *Análisis de la matriz energética argentina* [Tesis de grado]. Universidad de San Andrés.
- Canova, A., Profumo, F., & Tartaglia, M. (2001). LCC design criteria in electrical plants oriented to the energy saving. *Conference Record of the 2001 IEEE Industry*

- Applications Conference. 36th IAS Annual Meeting (Cat. No.01CH37248)*, 2, 1432-1437. <https://doi.org/10.1109/IAS.2001.955722>
- Carroll, A. B. (1979). *A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance*. 10.
- Castagnaro, A., Golato, M. A., & Paz, D. (2011). Caracterización energética de biomasas residuales de origen agroindustrial de Tucumán. *Avance agroindustrial*, 32(2), 32-37.
- Chalco Vera, J., Valeiro, A., Posse, G., & Acreche, M. M. (2017). To burn or not to burn: The question of straw burning and nitrogen fertilization effect on nitrous oxide emissions in sugarcane. *Science of The Total Environment*, 587-588, 399-406. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.02.172>
- Chaubey, P. K., Rath, S. S., & Pakrash, B. S. (2020). *Block 2 Public goods and externalities*. Indira Gandhi National Open University.
- Cohen, E., & Taylor, S. (2010). *HR's Role in Corporate Social Responsibility and Sustainability*. 6.
- Cómo Volkswagen trató de encubrir el «terrible» fraude de las emisiones contaminantes. (2018). *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44014908>
- Curran, M. A. (2016). Life Cycle Assessment. En John Wiley & Sons Inc (Ed.), *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology* (pp. 1-28). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0471238961.lifeguina01.pub2>
- Czinkota, M., Kaufmann, H. R., & Basile, G. (2014). The relationship between legitimacy, reputation, sustainability and branding for companies and their supply chains. *Industrial Marketing Management*, 43(1), 91-101. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.10.005>
- Darnall, N., Ji, H., & Vázquez-Brust, D. A. (2018). Third-Party Certification, Sponsorship, and Consumers' Ecolabel Use. *Journal of Business Ethics*, 150(4), 953-969. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3138-2>

- Dattakumar, R., & Jagadeesh, R. (2003). A review of literature on benchmarking. *Benchmarking: An International Journal*, 10(3), 176-209. <https://doi.org/10.1108/14635770310477744>
- De Bernardi, L. (2019). *Perfil del Azúcar* (p. 11). Minsiterio de Agricultura Ganadería y Pesca.
- de Freitas Netto, S. V., Sobral, M. F. F., Ribeiro, A. R. B., & Soares, G. R. da L. (2020). Concepts and forms of greenwashing: A systematic review. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-0300-3>
- de Jaramillo, E. H., Henry, G., & Trigo, E. (Eds.). (2019). *La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina: Bioeconomy. New framework for sustainable growth in Latin America* (1.^a ed.). Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkwnpxt>
- Delmas, M. A., & Burbano, V. C. (2011). The Drivers of Greenwashing. *California Management Review*, 54(1), 64-87. <https://doi.org/10.1525/cm.2011.54.1.64>
- Du, X. (2015). How the Market Values Greenwashing? Evidence from China. *Journal of Business Ethics*, 128(3), 547-574. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2122-y>
- El Residuo Agrícola De La Cosecha De Caña (RAC) Tiene Potencial Agronómico Y Energético. (2018, junio 21). *Ruralnet Conectando al campo*. <https://ruralnet.com.ar/el-residuo-agricola-de-la-cosecha-de-cana-rac-tiene-potencial-agronomico-y-energetico/>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012a). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información tecnológica*, 23(1), 163-176. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012b). Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. *Información tecnológica*, 23(1), 177-192. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100018>

- Estadísticas de consumo energético mundial* / Enerdata. (2020).
<https://datos.enerdata.net/energia-total/datos-consumo-internacional.html>
- Fandos, C., Jorge, S., Pablo, S., Federico, S., & Javier, C. B. (2014, junio). Area cosechable y producción de caña de azúcar para la zafra 2014 en Tucumán. *Reporte Agroindustrial*, 94, 1-10.
- Feijóo, E. A., Golato, M. A., Colombres, F. J. F., & Paz, D. (2015). *Características energéticas de los residuos agrícolas de la cosecha en verde de caña de azúcar de Tucumán*. 11.
- Fermoselle, A. (2022, marzo 8). *Marco legal y costos legales relacionados con la actividad azucarera en Tucumán* [Google Meet].
- Fernandez Acosta, K. (2013). *Evaluación técnico-económica de alternativas de adaptación tecnológicas para biorrefinerías en una industria de la caña de azúcar*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Fernandez, J. (2003). *Energía de la biomasa*. Tomson-Paraninfo.
- Fontaine, M. (2013). *Corporate Social Responsibility and Sustainability: The New Bottom Line* (N.º 4). 4(4), 10.
- Freeman, R. E., & Reed, D. L. (1983). Stockholders and Stakeholders: A New Perspective on Corporate Governance. *California Management Review*, 25(3), 88-106.
<https://doi.org/10.2307/41165018>
- García, R. (2016). *Sistema Estadístico Provincial—Estadísticas de energía*.
<http://sep.tucuman.gob.ar/>
- Garmendia, M. (2022, enero 13). *Mirada desde el sector público a la generación de bioenergía en ingenios azucareros* [Google Meet].
- Gazzola, P., Sepashvili, E., & Pezzetti, R. (2018). How Sustainable Enterprises Can Drive The Sustainable Development. *European Scientific Journal*.
<https://doi.org/10.19044/esj.2018.c3p3>

- Gobierno de Tucumán. (2019). Producción Tucumán. *Producción*.
<https://www.tucuman.gob.ar/provincia/produccion>
- Golato, M. (2017). *Valoración energética de biomásas residuales para generación de energía en Tucumán—Argentina*. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Tucumán.
- Golato, M. (2022, febrero 4). *Mirada técnica de la producción de bioenergía a partir de RAC en Ingenios azucareros—Parte 1* [Google Meet].
- Gomez Millan, G. (2015). Biorrefinerías, sistemas integrados para el futuro. *Ciencia y desarrollo*.
- Gómez-Soto, J. A., Sánchez-Toro, Ó. J., & Matallana-Pérez, L. G. (2019). Residuos urbanos, agrícolas y pecuarios en el contexto de las biorrefinerías. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(53), 7-32.
- González, J. M. M., Daza, C. A. D., & Urueña, H. G. (2008). *Análisis del esquema de generación distribuida como una opción para el sistema eléctrico colombiano*. 15.
- Grubor, A. (2016). Sustainable Branding. |, 329-336.
- Grubor, A., & Milovanov, O. (2017). Brand Strategies in the Era of Sustainability. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 15(1), 78-88.
<https://doi.org/10.7906/indecs.15.1.6>
- Harris, F., & de Chernatony, L. (2001). Corporate branding and corporate brand performance. *European Journal of Marketing*, 35(3/4), 441-456.
<https://doi.org/10.1108/03090560110382101>
- Henry, G., & Pahun, J. (2014). *La Bioeconomía en América Latina: Oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación*. 28.

- InfoLeg—Información Legislativa*. (s. f.). Recuperado 20 de marzo de 2022, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do;jsessionid=B879DBD5E215B7A47671A5CB3DC9E818?id=79980>
- IPAAT. (2022). *Datos zafra 2021*. <https://www.ipaat.gov.ar/index.php/informes-de-produccion/datos-zafra-2021/>
- Jain, S. C., Kedia, B. L., University of Connecticut, & Wang Center for International Business Education and Research (Eds.). (2011). *Enhancing global competitiveness through sustainable environmental stewardship*. Edward Elgar.
- Júnior, J. L. R. (2009). *What is the Value of Corporate Social Responsibility? An answer from Brazilian Sustainability Index*. 17.
- Klöpffer, W. (1997). Life cycle assessment: From the beginning to the current state. *Environmental Science and Pollution Research*, 4(4), 223-228. <https://doi.org/10.1007/BF02986351>
- Kumar, V., & Christodouloupoulou, A. (2014). Sustainability and branding: An integrated perspective. *Industrial Marketing Management*, 43(1), 6-15. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.06.008>
- Kyrö, P. (2003). Revising the concept and forms of benchmarking. *Benchmarking: An International Journal*, 10(3), 210-225. <https://doi.org/10.1108/14635770310477753>
- La Provincia | Tucumán*. (s. f.). Recuperado 5 de marzo de 2022, de <https://www.tucuman.gob.ar/provincia/la-provincia>
- Langtry, B. (1994). Stakeholders and the Moral Responsibilities of Business. *Business Ethics Quarterly*, 4(4), 431-443. <https://doi.org/10.2307/3857342>
- Laufer, W. S. (2003). *Social Accountability and Corporate Greenwashing*. 9.
- Lehner, M., & Halliday Vaux, S. (2014). Branding sustainability: Opportunity and risk behind brand-based approach to sustainable markets. *Ephemera Journal*, 14(1), 13-34.

- Lotitto, L. E. (2018). *Informe de cadenas de valor* (p. 31). Susecretaría de política económica- Ministerio de hacienda - Presidencia de la nación.
- Macarthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 2, 23-44.
- MAGyP. (2016).
https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/indicadores/07/index.php
- Mair, J. (2015). Towards a research for environmentally sustainable events. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/267945371_Towards_a_research_agenda_for_environmentally_sustainable_events/download
- Martinez Bravo, R., & Masera, O. (2020). *Perspectivas de disminución de emisiones de carbono en México por el uso de bioenergía: Panorama actual* (N.º 1; Elementos para políticas públicas, pp. 43-57). Instituto de investigaciones en ecosistemas y Sustentabilidad.
- Masson-Delmotte, V., Panmao, Z., Piranni, A., Connors, S., & Pean, C. (2021). *Climate Change 2021, The Physical Science Basis, Sixth Assessment Report, Summary For Policy Makers* (Informe de evaluación N.º 6). IPCC.
- Mohammadian, M. (2000). *LA BIOECONOMÍA: UN NUEVO PARADIGMA SOCIOECONÓMICO PARA EL SIGLO XXI*. 12.
- Navntoft, C., Biurrún, N., Cristófalo, M. P., & Gonzales, M. (2019). *Introducción a la generación distribuida de energías renovables*. Secretaría de Gobierno de Energía de Argentina.
- Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. *American Economic Review*, 109(6), 1991-2014. <https://doi.org/10.1257/aer.109.6.1991>

- Orsato, R. J., Garcia, A., Mendes-Da-Silva, W., Simoneti, R., & Monzoni, M. (2014). *Sustainability indexes: Why join in? A study of the 'Corporate Sustainability Index (ISE)' in Brazil*. 10.
- Ottman, J. (2011). *The new rules of green marketing*. Routledge.
- Panel Intergubernamental en Cambio Climático. (2013). *Glosario IPCC*.
- Paz Brül, S. (2022, marzo 5). *Mirada técnica de la producción de bioenergía a partir de RAC en Ingenios azucareros—Parte 2* [Google Meet].
- Peko, G., Dong, C.-S., & Sundaram, D. (2014). Adaptive Sustainable Enterprises. *Mobile Networks and Applications*, 19(5), 608-617. <https://doi.org/10.1007/s11036-014-0525-8>
- Pequeña historia del azúcar. (2015, diciembre 8). *Portal Caña, Noticias del mundo Cañero*. <https://www.portalcania.com.ar/noticia/pequena-historia-del-azucar/>
- Perez, D., Fandos, C., Mazzone, L., Soria, F. J., Scandaliaris, P., & Scandaliaris, J. (2005). *Caña de azúcar en Tucumán y Argentina: evolución de algunos aspectos económicos y productivos en la campaña 2004* (Boletín informativo N.º 6; Reporte agroindustrial Estadísticas y márgenes de cultivo en Tucumán, Número 6). Estación experimental agroindustrial obispo Colombes.
- Política de sustentabilidad—Arcor* (p. 11). (2020). [Informe de Políticas]. Arcor.
- Prajogo, D., Castka, P., Yiu, D., Yeung, A. C. L., & Lai, K.-H. (2016). Environmental Audits and Third Party Certification of Management Practices: Firms' Motives, Audit Orientations, and Satisfaction with Certification: Environmental Audits and Third Party Certification. *International Journal of Auditing*, 20(2), 202-210. <https://doi.org/10.1111/ijau.12068>
- Precio Azúcar N°11 EE.UU. | Cotización Azúcar N°11 EE.UU. - Investing.com*. (s. f.). Investing.com Español. Recuperado 11 de marzo de 2022, de

https://es.investing.com/commodities/us-sugar-no11?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=14710623522&utm_content=546922691889&utm_term=dsa-923342536262_&GL_Ad_ID=546922691889&GL_Campaign_ID=14710623522&gclid=CjwKCAiA4KaRBhBdEiwAZi1zzm8pur-CbMdLLaYXgDI1k902rs7yeJrMx4X4zJD5Acghvg3mI2oplBoCQGgQAvD_BwE

Preston, F. (2012). A Global Redesign? Shaping the Circular Economy. *Chatam House*, 20.

Redacción E&N. (2022). *La demanda de electricidad subió 4,7% promedio en noviembre en todos los rubros*. <https://www.energiaynegocios.com.ar/2021/12/la-demanda-de-electricidad-subio-47-promedio-en-noviembre-en-todos-los-rubros/>

Reinosa-Valladare, M., Canciano-Fernández, J., Hernández-Garcés II, A., Ordoñez-Sánchez, Y. C., & Figueroa-Beltrán, I. (2018). Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio. *Tecnología Química*, 38(2), 437-445.

Rivera, N. A. (2010). *Ficha Técnica del cultivo de Caña de Azúcar*. 20.

Rodriguez, M. (2022, febrero 10). *Mirada de la industria azucarera tucumana, desde empresas con un consumo mayorista de azúcar* [Google Meet].

Romero, E., Tonatto, J., Digoznelli, P. A., & Fernandez de Ullivarri, J. (2009). CAPÍTULO 13 | COSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. *Manual del cañero*, 13(1), 159-174.

Saccharum officinarum L. (2019). *Plants of the world online*. <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:419977-1>

Seaboard. (2022). <https://www.seaboard.com.ar/negocio/nuestros-productos/bioetanol>

Soza, M. G. (2018). THE INTERNATIONAL CRIMINAL COURT AND ITS IMPLEMENTATION IN BOLIVIA. *Revista Juridica Derecho*, 7(9), 23.

Stoy, C. (2007). The application of a benchmarking concept. *Journal of Facilities Management*, 5(1), 9-21. <https://doi.org/10.1108/14725960710726319>

- Su, W., Peng, M. W., Tan, W., & Cheung, Y.-L. (2016). The Signaling Effect of Corporate Social Responsibility in Emerging Economies. *Journal of Business Ethics*, 134(3), 479-491. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2404-4>
- Szwarc, G. D. (2021). *Consideraciones sobre generación distribuida con energías renovables en Argentina*. 3, 6.
- Tol, R. S. J. (2018). *The Economic Impacts of Climate Change*. 23.
- Torroba, A. (2021). *Atlas de los biocombustibles líquidos* (1.ª ed.). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Troche, M. B., & Denis, M. (2018). *LAS EXTERNALIDADES AMBIENTALES*. 22.
- Urbina, G. B. (2006). *Evaluación De Proyectos* (quinta). McGraw-Hill.
- Valeiro, A. H., & Biaggi, M. C. (2019). Revisión crítica de la evolución tecnológica de la cosecha de la caña de azúcar en la Argentina. *Ediciones INTA*.
- Van Antwerpen, R., & Meyer, J. H. (2002). The effect of burning and trashing on sugarcane leaf analysis. *Proc South African Sugar Association Experiment station*, 76, 586.
- Voorra, V., Bermúdez, S., & Larrea, C. (2019). *Global Market Report: Sugar*. 12.
- Zamora Rueda, G. del H., Mistretta, G., Cynthia E., G., Peralta, F., Golato, M. A., Ruiz, M., Paz, D., & Cardenas, G. (2016). Características energéticas del residuo agrícola de cosecha de caña de azúcar (RAC) de Tucumán y su análisis como combustible adicional de calderas bagaceras. *Energías renovables y medio ambiente*, 37(3), 14-18.
- Zhuri, E. (2018). *Analysing a tax on negative externality*. Valkeakoski.
- Zuñiga, A. C., & Guarín Echeverry, J. H. (2017). Bioeconomía y contabilidad ambiental. *Sinapsis Revista de Investigaciones de la Institución Universitaria EAM*, 1, 89-104.

